



0 953625 290007

95-36-25-29

(64.9)



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

Вариант 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Валерьева

Даниил

Андреевича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

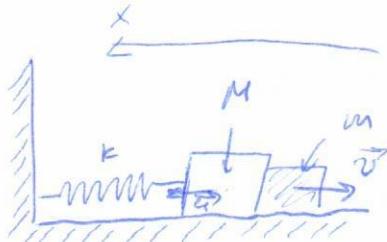
Февраль 16:38
Даниил

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Федоров

Чистовик

Задача №1.1.1

Рассмотрим момент удара. Если считать, что удар длится пренебрежимо малое время, то можно считать, что пружина не успела деформироваться \Rightarrow Сила упругости была равна нулю \Rightarrow Справедлив закон сохранения импульса. Из начально система из двух брусков имела импульс $m v_0$ (при пренебрежении параболы x). Затем, после удара: $\vec{p} = M \vec{u} + m \vec{v}$. $\rightarrow p_x = Mu - mv$, но $p_x = \text{const} \Rightarrow Mu - mv = m v_0$; Такие справедлив закон сохранение энергии, Т.к. удар можно считать абсолютно упругим.

$$\Rightarrow \frac{m v_0^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \frac{m v^2}{2} \Rightarrow \begin{cases} m v_0 = Mu - mv \\ m v_0^2 = Mu^2 + m v^2 \end{cases} / : m$$

$$\text{при } n = \frac{M}{m}, \text{ имеем: } \begin{cases} v_0 = nu - nv \\ v_0^2 = nu^2 + v^2 \end{cases} \Rightarrow v^2 = n u^2 + v_0^2 - 2nu v_0$$

$$\text{но } v^2 = v_0^2 - nu^2 \Rightarrow v_0^2 - nu^2 = n^2 u^2 + v_0^2 - 2nu v_0 \Rightarrow 2nu v_0 = n^2 u^2 + v_0^2 \Rightarrow 2v_0 = u(1+n) \Rightarrow u = \frac{2v_0}{1+n},$$

$$\text{тогда } v = nu - nv_0 = \left(\frac{2n}{1+n} - 1\right) v_0 = \frac{2n-1-n}{n+1} v_0 = \frac{n-1}{n+1} v_0;$$

Давайте теперь рассмотрим процесс колебаний бруска массой M . Т.к. это обычный пружинный маятник, то по периоду $T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$. Т.к. в момент удара пружина была недеформирована, то это было положение равновесия. Пусть ося координата на оси x равна нулю, тогда движение пружина можно записать в виде $x = A \sin(\omega t)$ А-амплитуда колебаний; ω -циклическая частота. В положении равновесия брусков имеет скорость v , при этом это его максимальная скорость, а амплитуда колебаний скорости равна $A\omega$.

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Числовик

$$\Rightarrow A\omega = u; \quad \text{При этом } \omega = \frac{2\pi}{T}; \quad \Rightarrow A = \frac{u}{\omega} = \frac{uT}{2\pi}.$$

$$A = \frac{u}{2\pi} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}} = u \sqrt{\frac{M}{K}}; \quad \text{Через } \frac{7}{12} \text{ периода } (t = \frac{7}{12} T)$$

Брускок будет иметь координату $A \sin(\omega \cdot \frac{7}{12} T) =$

$$= u \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{7}{12} T\right) = u \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \sin\left(\frac{7\pi}{6}\right) = -u \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \sin\frac{\pi}{6} =$$

$= -u \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \frac{1}{2}; \quad \text{При этом координата второго}$

брюска в этот же момент времени должна быть равна $-v_0 t = -v \cdot \frac{7}{12} T = -\frac{7}{12} v \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}} = -\frac{7\pi}{6} v \sqrt{\frac{M}{K}}$

Т.к. брускок массой M дотянул второго бруска, то

их координаты равны $\Rightarrow -\frac{u}{2} \sqrt{\frac{M}{K}} = -\frac{7\pi}{6} v \sqrt{\frac{M}{K}}$

$$\Rightarrow u = \frac{7\pi}{3} v; \quad \text{Но также известно, что } u = \frac{n-1}{n+1} v_0.$$

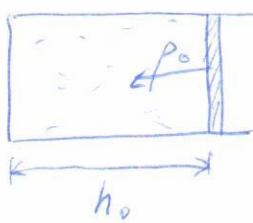
$$v = \frac{n-1}{n+1} v_0$$

$$\Rightarrow \frac{v}{v_0} = \frac{3}{7\pi} = \frac{n-1}{2} \quad \Rightarrow n-1 = \frac{6}{7\pi} \quad \Rightarrow n = \frac{6+7\pi}{7\pi}.$$

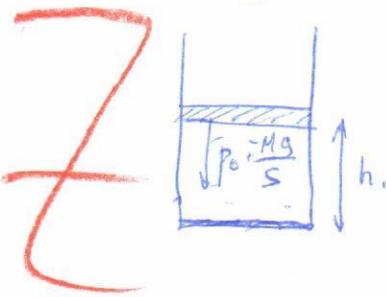
$$\text{Ответ: } \frac{M}{m} = \frac{6+7\pi}{7\pi}$$

Импульс - количество движения. Для материальной точки массой m и скоростью \vec{v} импульс равен $\vec{p} = m\vec{v}$. Для системы материальных точек с массами m_i и скоростями \vec{v}_i соответственно, импульс этой системы по определению равен $\vec{p} = \sum_i m_i \vec{v}_i$.

Если на систему точек не действуют внешние силы, если все внешние силы компенсируют друг друга, и если на малом участке рассматриваемого времени все внешние силы константы, т.е. импульсы этих сил стремятся к нулю, то справедлив закон сохранения импульса системы $\vec{p} = \text{const.}$

Чистовик

Задача № 2.4.1



$$h_0 - h_1 = \Delta h$$

$$\Rightarrow h_1 = 35 \text{ см} - 5 \text{ см} = 30 \text{ см};$$

~~Z~~

Внешнее единственный статическое давление на поршень - это атмосферное давление \Rightarrow статическое давление газа внутри равняется атмосферному (P_0). Пусть изотермично находилось V_0 и V_n - кол-во воздуха и кол-во пара над поршнем \Rightarrow их парциальное давление P_0 и P_n равно соответственно:

$$P_0 = \frac{V_0 R T}{V}$$

$$P_n = \frac{V_n R T}{V}$$

(из з. Менделеева-Клапейрона)

$$\text{При этом } P_0 + P_n = P_0 \Rightarrow P_0 = P_0 - P_n; \quad V = S \cdot h_0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} (P_0 - P_n) S h_0 = V_0 R T \\ P_n S h_0 = V_n R T \end{cases}$$

Когда мы перевернули сосуд, внешнее давление стало равно $P_0 + \frac{M g}{S}$. При этом кол-во воздуха не изменилось, а кол-во пара стало равно V . Тогда, если считать, что общий сконденсировавшийся воздух чрезвычайно мал, то новое парциальное давление P_{01} и P_{n1} равно:

$$P_{01} = \frac{V_0 R T}{S h_1}$$

$$P_{n1} = \frac{V R T}{S h_1}$$

$$\left(\text{при этом } P_{01} + P_{n1} = P_0 + \frac{M g}{S} \right)$$

$$\Rightarrow P_{01} = P_0 + \frac{M g}{S} - P_{n1}$$

~~Z~~~~Z~~~~Z~~~~Z~~

Кол-во сконденсировавшегося воздуха $\Delta V = V_n - V = \frac{\Delta m}{\mu}$,

Числовик

$$\left. \begin{array}{l} (P_0 - P_n)Sh_o = J_8 R t \\ P_n Sh_o = J_n R t \\ (P_0 + \frac{Mg}{S} - P_{n1})Sh_i = J_8 R t \\ P_{n1} Sh_i = J R t \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} -P_n Sh_o = J_8 R t - P_0 Sh_o \\ P_n Sh_o = J_n R t \\ -P_{n1} Sh_i = J_8 R t - (P_0 + \frac{Mg}{S}) Sh_i \\ P_{n1} Sh_i = J R t \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow J_n - J = \frac{P_n Sh_o - P_{n1} Sh_i}{R t} = \frac{P_0 Sh_o - J_8 R t + J_8 R t - (P_0 + \frac{Mg}{S}) Sh_i}{R t} =$$

$$= \frac{P_0 Sh_o - P_0 Sh_i - Mgh_i}{R t} \Rightarrow \Delta V = \frac{P_0 S(h_o - h_i) - Mgh_i}{R t} = \frac{P_0 S a h - Mgh_i}{R t}$$

$$\Delta V = \frac{\Delta m}{\mu} \Rightarrow \Delta m = \frac{P_0 S a h - Mgh_i}{R t} \mu = \frac{10^5 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} - 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}}{8,3 \cdot 373}$$

$$-18 \cdot 10^{-3} \approx \frac{50 - 3}{8,3 \cdot 373} \cdot 18 \cdot 10^{-3} = \frac{47 \cdot 18}{83 \cdot 373} \cdot 10^{-2} = \frac{846}{83 \cdot 373} \cdot 10^{-2} \approx$$

$$\approx \frac{830}{83 \cdot 373} \cdot 10^{-2} = \frac{10}{373} \cdot 10^{-2} = \frac{1000}{373} \cdot 10^{-4} \approx 2,7 \cdot 10^{-4} = 0,27 \cdot 10^{-3} \text{ (кг)}$$

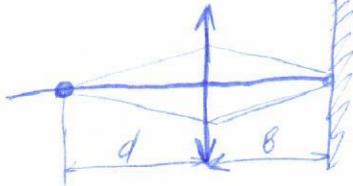
(13)

Насыщенный пар — такой пар, концентрации которого достигла предельного значения. Насыщенный пар всегда находится рядом с жидкостью водой и наоборот, рядом с жидкостью водой (жидкость вблизи любой, если говорить, г.о. необходима, чтобы произошло испарение и конденсация примирающихся, чтобы уравнение концентрации пара скорость в равновесии. \Rightarrow При увличении концентрации пара скорость конденсации уменьшается, при уменьшении — синтезируется. \Rightarrow происходит малое колебание вокруг положения равновесия (скорость конденсации) равна скорости испарения).

Давление насыщенного пара зависит только от температуры и не зависит от объема. Показатель не $P = \frac{\mu}{RT} P$ (из уравнения Менделеева-Клапейрона)

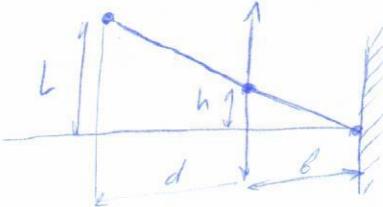
При $T = 100^\circ C$. Давление насыщенного пара равно атмосферному P_0 . Водяной, при ~~внешнем~~ давлении P , температура кипения жидкости такова, что давление насыщенного пара при этой температуре равно внешнему. Некоторые зависимости неизвестны.

(5)

Чиставик

Задача № 4.10.1

зеркало



7

Расстояние до экрана равно b
Тогда из формул тонкой линзы: $\frac{1}{d} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$,

$$\Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF} \Rightarrow b = \frac{dF}{d-F},$$

7

При погашении линзы расстояние от линзы до получаемого изображения не меняется (продольное расстояние) \Rightarrow экран должен оставаться там же $\Rightarrow b = \text{const}$. Тогда расстояние (продольное) источника до линзы должно также оставаться таким же (из-за тонкой линзы).

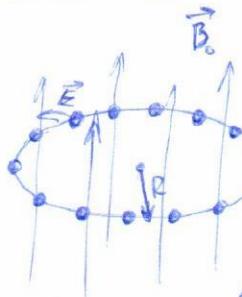
$\begin{cases} F = \text{const} \Rightarrow d = \text{const}; \\ b = \text{const} \end{cases}$ Та. же проходящий через

центр линзы не пренебрежимо (линза тонкая)
то справедлива геометрическая картина справа
вверху \Rightarrow Из подобия \triangle -ов следует: $\frac{L}{d+b} = \frac{h}{b}$
 $\Rightarrow L = \frac{d+b}{b} \cdot h, \quad b = \frac{dF}{d-F} \Rightarrow L = \frac{\frac{dF}{d-F} + d}{\frac{dF}{d-F}} \cdot h = \left(1 + \frac{d-F}{F}\right)h =$
 $= \left(1 + \frac{d}{F} - 1\right) \cdot h = \frac{dh}{F}, \quad \Rightarrow L = \frac{dh}{F}, \quad L = \frac{25\text{ см} \cdot 3\text{ см}}{10\text{ см}} = 7,5\text{ см};$

п. тонкой линзы: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$. При этом $F > 0$, при собирающей линзе, $F < 0$ - при рассеивающей а - координата объекта(источник) $a < 0$? (-58)
 $a > 0$? (-28) b \Rightarrow когда ищем линзой источник за линзой а < 0; b - координата изображения \Rightarrow при $b < 0$ изображение линзой до линзы; $a > 0$ - действительное изображение
 $b > 0$ - действительные изображение

Числовик

Задача № 3.7.1

~~E~~Пусть радиус колеса: R ;

Тогда изначально, через всё колесо

Протекает поток магнитной индукции:

$$\Phi_0 = S B_0 = B_0 \cdot \pi R^2$$

Пусть после всплеска -
ни магнитного поля все заряды стали двигаться
со скоростью v \Rightarrow Тогда один период обращения
 $T = \frac{2\pi R}{v}$; Период всплеска $\frac{1}{n}$ должен быть кратен T ,
чтобы колесо не вращалось в фазе \Rightarrow При
максимальной частоте $\frac{1}{n}$ - минимально $\Rightarrow \frac{1}{n} = T$
 $\Rightarrow n = \frac{v}{2\pi R} + \frac{1}{T}$ определению ток-кол-во заряда,
протекшего в единицу времени.

Пусть во время всплеска магнитного поля возникло вихревое электрическое, приём
из-за симметрии окружности в каждой точке
кольца его модуль был постоянным, а направ-
лено это было в каждой точке по настол-
коей \Rightarrow Из 2-й Ньютона: $E q = m a$; где
 E - модуль этого поля; a - ускорение шарика. Т.к.
система абсолютно симметрическая, то у всех шариков
также одинаковое ускорение одинаково \Rightarrow силы реакции
создавали только лишь нормальное ускорение-

$$a = \frac{dr}{dt};$$

Т.к. длина колеса: $2\pi R$, то возникающее Э.Д.С.

$$E = 2\pi R \cdot E; \text{ При этом } E = \frac{d\Phi}{dt}, \Rightarrow 2\pi R \cdot \frac{m}{q} \frac{dv}{dt} = \frac{d\Phi}{dt}.$$

$$\Rightarrow 2\pi R \cdot \frac{m}{q} \int_0^v dv = \int_0^{\Phi_0} d\Phi \Rightarrow 2\pi R \cdot \frac{m}{q} v = \Phi_0 \Rightarrow v = \frac{B_0 \pi R^2 \cdot q}{2\pi R \cdot m} =$$

$$= \frac{B_0 \cdot q \cdot R}{2m}, \Rightarrow n = \frac{B_0 \cdot g \cdot R}{4\pi m \cdot R} = \frac{B_0 g}{4\pi m},$$

~~Z~~

Чистовик. Это в таком приближении, что
он не волнистый так быстро, что колбаса не
успевает затрахиваться \Rightarrow создает магнитное поле.

$I = Nq \cdot \sigma$ (но определено). Ток σ в катушке создаёт магнитное поле с индукцией $B =$

$= \frac{\mu_0 I}{2R}$. Если моток хотим, чтобы поток через него остался прежним (из-за явления Э.Д.С. междуна-
кой и индукции), то $B = B_0$, т.е. при этом моток преодолевает ~~阻力~~ неподвижности. \vec{B} вынуж-
дена $\Rightarrow B_0 = \frac{\mu_0 I}{2R} \Rightarrow I = \frac{2RB_0}{\mu_0} = Nq \cdot v$

 $v = N \cdot 2\pi R \Rightarrow \frac{2B_0}{\mu_0} \cdot R = Nq \cdot n \cdot 2\pi R \Rightarrow n = \frac{B_0}{\mu_0 N q \pi}$. 7

Home pregnancy test other

$$= \frac{100 \cdot T_a \cdot 10^{-7} \text{ kN}}{4 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ kN}} = \frac{25}{3,14} \cdot 10^{-2} \frac{1}{\text{C}} \approx \frac{25,12}{3,14} \cdot 10^{-2} \frac{1}{\text{C}} \approx 8 \cdot 10^{-2} \text{ T}_{\text{ex}} \quad \text{145}$$

Маршрутизаторы через поверхность S падают

$$\iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \iint_S B \cos \alpha \, dS, \text{ where } \alpha \text{ is the angle between}$$

вектором \vec{B} проходит через малую плоскость ds
 и нормально к этой плоскости. Принято, что нормали n векторов \vec{B} в верхней

Изменение электрического поля при изменении магнитного поля

$$E = - \frac{d\Phi}{dt}$$

скорости изменения потока магнитного поля.

$$E = \frac{d\Phi}{dt} = E_{ZNR} - \frac{d\Phi}{dt} = \frac{846}{83,373} = \frac{830}{373} = \frac{10}{373}$$

$$E = \frac{d\Phi}{dt} \rightarrow E_{ZNR} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{3,14}{28} = \frac{217}{2198}$$

$$E_{ZNR} = \frac{1000}{573} = \frac{1000}{373} = \frac{3,14}{8}$$

$$\frac{1000}{573} = \frac{1000}{373} = \frac{3,14}{8}$$

$$\frac{1000}{573} = \frac{1000}{373} = \frac{3,14}{8}$$

Чертежи

$$\Delta u = \frac{P_u S h_0 - P_{u1} S h_1}{R T}$$

$$\frac{383}{766}$$

$$\frac{P}{P_0} = \frac{1}{1 + \frac{\rho}{\rho_0}}$$

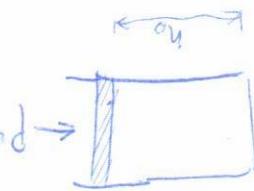


$$\left. \begin{aligned} P_u S h_0 &= J_u R T \\ (P_0 - P_u) S h_0 &= J_u R T \\ P_{u1} S h_1 &= J_{u1} R T \\ (P_0 - P_{u1}) S h_1 &= J_{u1} R T \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} P_{u1} S h_1 &= C_u R T \\ P_u S h_0 &= C_u R T \end{aligned} \right\}$$

$$(P_0 = P_0 + P_u)$$

$$\left. \begin{aligned} P_u S h_0 &= C_u R T \\ P_u S h_0 &= V R T \\ P_u &= J R T \end{aligned} \right\}$$



$$\frac{dF}{dP} = \frac{1}{\rho g}$$

$$\frac{dF}{dP}$$



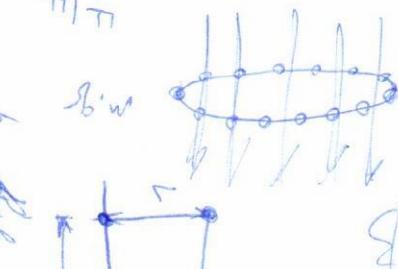
$$\left(\frac{P_0 + \frac{Mg}{S}}{P_0 - \frac{Mg}{S}} = \frac{1 + \frac{\rho}{\rho_0}}{1 - \frac{\rho}{\rho_0}} \right)$$

$$1 + \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{P_0 + \frac{Mg}{S}}{P_0 - \frac{Mg}{S}}$$

$$1 - \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{P_0 - \frac{Mg}{S}}{P_0 + \frac{Mg}{S}}$$

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{P_0 - \frac{Mg}{S}}{P_0 + \frac{Mg}{S}}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{g + P}{g}$$



$$\Delta u \cos(\omega t)$$

$$A \sin(\omega t)$$

$$\frac{w}{l} = \frac{21}{12} = \frac{7}{4}$$

