



48-18-80-44

(65.6)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Минск

по физике

Чернышова Максима Александровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

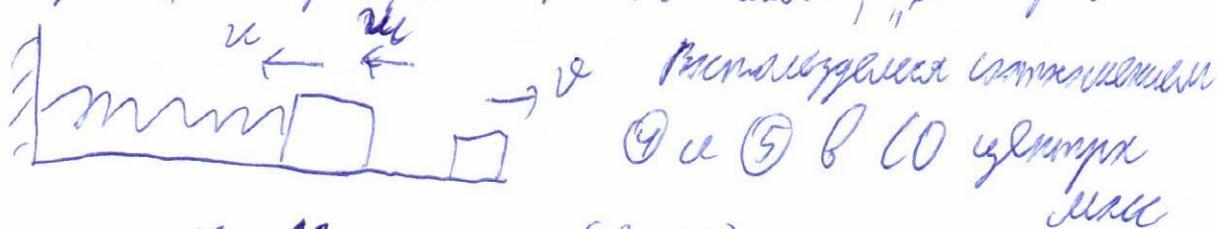
Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Чер

* Двумя брусьями может сразу после удара:
 Брусь "М" приобрел скорость u влево, "m" скорость v



$$p_1 = u_c M \quad p_2 = (v_0 - u_c) m$$

$$p_1^* = (u - u_c) M \quad p_2^* = (v + u_c) m$$

$$p_1 = p_1^* \quad p_2 = p_2^*$$

$$u_c = u - u_c \quad v_0 - u_c = v + u_c$$

Горизонталь (2):

$$\frac{v_0 m}{m+M} = u - \frac{v_0 m}{m+M} \quad v_0 - \frac{v_0 m}{m+M} = v + \frac{v_0 m}{m+M}$$

$$u = \frac{2v_0 m}{m+M} \quad (6)$$

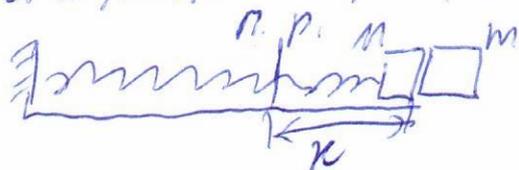
$$v = v_0 - \frac{2v_0 m}{m+M} \quad (7)$$

2) Угловая скорость ω для "M" $\neq \omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$

$$\frac{5}{8} T = \frac{1}{2} T + \frac{1}{8} T, \text{ то есть за время пологой}$$

"M" ~~продвинулся~~ совершит колебания и на некоем расстоянии x от положения равновесия дрожит

Брусок "m", который прошел такое расстояние x со скоростью v за время $\frac{5}{8} T$



x найдем из уравнения колебаний бруска

$$m: x = A \cdot \sin\left(\frac{1}{8} \omega\right) \quad (8)$$

а также кинематический для "m":

$$x = v \cdot \frac{5}{8} T \quad (9)$$

м.к $v_{\max} = \omega A$, где $v_{\max} = v$, т.е. $A = \frac{v}{\omega}$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Отсюда моментальная фаза: $\frac{T}{8} \cdot \omega = \frac{2\pi}{8} \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sin\left(\frac{T}{8} \omega\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Подставим найденные в (8) и (9):

$$k = \frac{v}{\omega} \cdot \frac{k}{2}; \quad k = v \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{2\pi}{\omega} = v \frac{5\pi}{4\omega}$$

Приведем:

$$\frac{v \sqrt{2}}{\omega} = v \cdot \frac{5\pi}{4\omega} \quad | \cdot 2\omega$$

$$v \sqrt{2} = v \cdot 2,5\pi$$

Подставим (6) и (7):

$$\frac{2v_0 m}{m+M} \sqrt{2} = v_0 \left(1 - \frac{2m}{m+M}\right) \frac{5\pi}{2} \quad | : v_0$$

$$\frac{2\sqrt{2}m}{m+M} = \left(1 - \frac{2m}{m+M}\right) \frac{5\pi}{2}$$

$$\frac{2\sqrt{2}}{1 + \frac{M}{m}} = \left(1 - \frac{2}{1 + \frac{M}{m}}\right) \frac{5\pi}{2}$$

$$\frac{2\sqrt{2}}{1 + \frac{M}{m}} = \frac{5\pi}{2} - \frac{5\pi}{1 + \frac{M}{m}} \quad | \cdot 1 + \frac{M}{m}$$

$$2\sqrt{2} = \frac{5\pi}{2} + \frac{M}{m} \frac{5\pi}{2} - 5\pi$$

$$\frac{M}{m} \frac{5\pi}{2} = 2\sqrt{2} + \frac{5\pi}{2} \quad | : \frac{5\pi}{2}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{4\sqrt{2}}{5\pi} + 1$$

Ответ: $\frac{M}{m} = \frac{4\sqrt{2}}{5\pi} + 1$

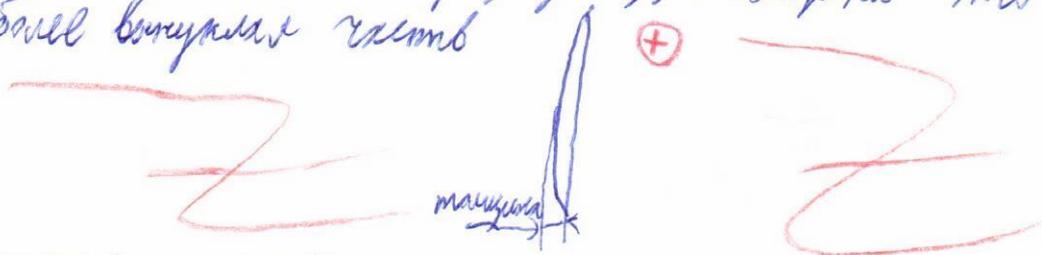
+ 150

$$\sqrt{2} \approx 1,414 \quad \pi \approx 3,14$$

Тогда приближенный ответ: $\frac{M}{m} \approx \frac{4 \cdot 1,414}{5 \cdot 3,14} + 1 \approx 1,34$

4. Вопрос.

Плоские линзы - это линзы у которых толщина намного меньше её радиуса, где толщина - это наибольшая высота



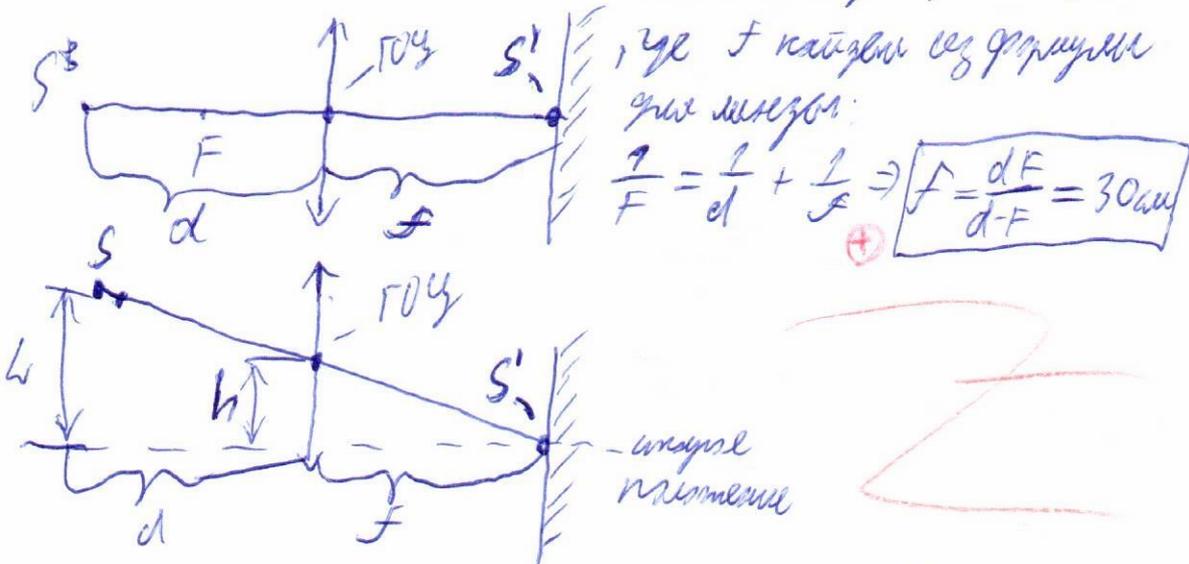
Фокусное расстояние - это расстояние от главного оптического центра до любого из фокусов, где фокус - это точка в которой пересекаются параллельные лучи, идущие перпендикулярно плоскости линзы.

Отражательная сила линзы - величина обратная фокусному расстоянию: $D = \frac{1}{F}$

Знак? размерность? \oplus 7 баллов

4.10.2

Изображение ~~всегда~~ точечного источника всегда всегда падает на ~~одну~~ ^{прямой} фокальной плоскости через сам источник и главный оптический центр линзы (ТОЦ)



h падает из вершины треугольников:

$$\frac{h}{f} = \frac{L}{d+f} \Rightarrow h = \frac{L \cdot f}{d+f} = \frac{4}{2} = 4 \text{ см}$$

Ответ: $h = 4 \text{ см}$ 15 баллов

48-18-80-44
(65.6)

2 Вопрос:

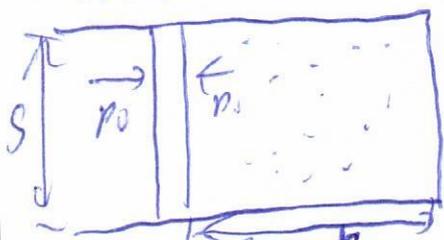
два вида парообразования: испарение и кипение.
~~испарение~~ Испарение - процесс парообразования с поверхности жидкости, может происходить при любой температуре, зависит от таких факторов: площадь поверхности, температура, площадь открытой поверхности, разность температур.

Кипение - интенсивное парообразование по всему объему жидкости, может происходить ~~при~~ только при $t_{кип}$.

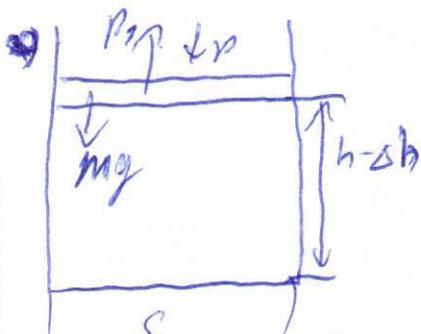
Удельная теплота парообразования - это количество энергии требуется для превращения одного кг воды в пар, или наоборот одного кг пара в воду (конденсация)

$L = \left[\frac{Дж}{кг} \right]$ Т.р.?

2.4.2.



1) в начальном момент времени пар не находится, так как при температуре $T = 373K$ давление насыщенного пара $= p_0$, но тогда в сосуде только пар, а не влажный воздух.



2) Давление влажного воздуха
 вначале: $p_{вв} = p_0$
 В конце из 23М:
 $p_0 S + mg = p_1 S \Rightarrow p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$

из закона Дальтона:
 $p_{вв} = p_0 = p_{вв1} + p_{п1}$ (1)

$p_0 + \frac{mg}{S} = p_{вв2} + p_{п2}$ (2), где $p_{п2} = p_0$, так как пар насыщен

$p_{вв1}$ и $p_{вв2}$ можно связать законом Бойля - Мариотта:

$p_1 \cdot h_1 = p_2 \cdot (h - \Delta h) \Rightarrow p_2 = p_1 \cdot \frac{h}{h - \Delta h}$

Система уравнений будет разрешена если найдем m_2 и Δm
 масса Δm и масса $m_2 = m - \Delta m$
 давление в трубе не меняется, температура газа
 и объем не меняется, тогда $p_1 = p_2$

$p_1(h)S = \frac{m}{RT}$

$p_0(h - \Delta h)S = \frac{m - \Delta m}{RT} \Rightarrow$

$p_0(h - \Delta h)S = p_1 h S - \frac{\Delta m}{RT} \Rightarrow$

$\Rightarrow p_1 h S = p_0 h S - p_0 \Delta h S + \frac{\Delta m}{RT} \cdot h S$

$p_1 = p_0 - p_0 \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta m}{RT} \frac{h S}{h S}$

Имеем (1), (2), (3)

$p_0 = p_2 \left(\frac{h - \Delta h}{h} \right) + p_0 - p_0 \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta m}{RT} \frac{h S}{h S}$

$p_0 \neq p_2 = p_2 + p_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow p_0 \frac{\Delta h}{h} = \frac{p_0 \Delta h}{h} - \frac{p_0 \Delta h}{h} + \frac{\Delta m}{RT} \frac{h S}{h S}$

$\Delta h \left(\frac{p_0}{h} + \frac{p_0}{h} \right) = \frac{p_0 \Delta h}{h} + \frac{\Delta m}{RT} \frac{h S}{h S}$

$\Delta h = \frac{\frac{p_0}{h} + \frac{p_0}{h}}{\frac{p_0}{h} + \frac{\Delta m}{RT} \frac{h S}{h S}} = \frac{1 + \frac{p_0}{h}}{1 + \frac{\Delta m}{RT} \frac{h S}{h S}}$

$\approx 6,3 \text{ см}$

Ответ: $\Delta h \approx 6,3 \text{ см}$

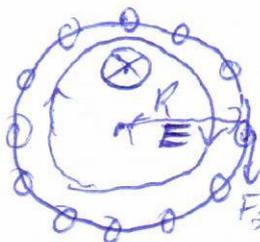
3. Вопрос.

При ~~вращении~~ изменении внешнего магнитного поля в замкнутой контуре возникает ЭДС индукции равная $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}$, где Φ - это поток магнитной индукции через данный контур.

Только в замкнутой контуре?

Правильно говоря значит, что при изменении внешнего магнитного поля в проводнике возникает электрический ток таким образом, чтобы создаваемый этим током магнитный поле препятствовало изменению внешнего.

3.7.2.



1) При внешнем магнитном поле, ~~внутри~~ возникает вихревое электрическое поле, которое F_2 заставляет кольца крутиться, действуя на ~~него~~ на каждый из зарядов силой $F_2 = Eq$.

2) $N \neq \frac{1}{T}$ $n = \frac{1}{T} = \frac{d\phi}{dt}$ $n = \frac{1}{T}$, где n - частота, количество оборотов за секунду, что и для вращения.

Тогда ω кольца равен: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi n$, то есть кольца вращаются с частотой n от такой вихревой индукции. Изначально $\omega = 0$

3) Применяем основное уравнение динамики вращательного движения:

$$\sum M = \sum I \cdot \mathcal{E}$$



, где $\sum M = N \cdot R \cdot F_2$; $\sum I = N \cdot m R^2$; $\mathcal{E} = \frac{d\phi}{dt}$

$$N R E q = N \cdot m R^2 \cdot \frac{d\omega}{dt} \Rightarrow \boxed{E q = m R \frac{d\omega}{dt}} \quad (2)$$

4) Прямая окружность и неподвижная катушка,
внеш. по закону ЭМВ возникает $\mathcal{E}_i = \frac{\partial \Phi}{\partial t}$, где $\Delta \Phi = \frac{\Delta B S}{\Delta t}$,

где $S = \pi R^2 \Rightarrow \boxed{\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta B S}{\Delta t}}$; но для

вихревого эл. поля \mathcal{E}_i равно ~~перемещению~~
работе по перемещению заряда в этом эл. поле по
замкнутой траектории, где длина этой замкнутой
траектории равна $\boxed{2\pi R = l}$

5) $\mathcal{E}_i = \frac{A}{q} = \frac{F \cdot l}{q} = \frac{E \cdot 2\pi R q}{q}$, представим значение

для \mathcal{E}_i : $-\frac{\Delta B \pi R^2}{\Delta t} = \frac{E \cdot 2\pi R q}{q} \Rightarrow \boxed{E = -\frac{\Delta B R}{2 \Delta t}}$

Представим в (2):

$-\frac{\Delta B R q}{2 \Delta t} = m R \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{-\frac{\Delta B q}{2} = m \Delta \omega}$ ~~*~~

Просуммируем ~~*~~: $\sum -\frac{\Delta B q}{2} = \sum m \Delta \omega$

$-\frac{q}{2} (0 - B_0) = m (\omega - 0)$

$\frac{q}{2} B_0 = m \omega$ Представим из (2) значение для ω

$B_0 = \frac{2m \cdot 2\pi n}{q} \approx \cancel{9600 \text{ Тл}}$

Ответ: $B_0 \approx \cancel{9600 \text{ Тл}} \quad 100 \text{ Тл}$

термометр

$$B \dot{\varphi} = m R^2 \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

33000

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

$$10000 + \frac{0,2 \cdot 10^{-4} \cdot 8,3 \cdot 373}{78 \cdot 10^{-3} \cdot 35 \cdot 10^{-2} \cdot 100 \cdot 10^{-2}} = \frac{8,3 \cdot 373}{78 \cdot 3,5} \cdot 1000$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ \times 8,3 \\ \hline 1119 \\ + 2984 \\ \hline 6096,1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6096,1 \quad | \quad 28 \\ \hline 57 \\ \hline 69 \\ - 54 \\ \hline 755 \\ 744 \\ \hline 129 \\ 108 \\ \hline 210 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3387 \quad | \quad 35 \\ \hline 375 \\ \hline 737 \\ 0 \end{array}$$

$$\frac{70^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4}}{100} = 77$$

$$\frac{70^{-4} \cdot 8,3 \cdot 373}{78 \cdot 10^{-3} \cdot 100}$$

$$338,6 \cdot 10^{-3} = 0,3386$$

$$\begin{array}{r} 0,3386 \quad | \quad 77 \\ \hline 66 \\ \hline 28 \\ 22 \\ \hline 66 \end{array}$$

$$\frac{\Delta B S}{\Delta t} = \frac{A}{q} = E$$

$$B \dot{\varphi} = m R^2 \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

$\Delta B S = \vec{F} \cdot \vec{v}$ $F_e = F_g \quad E =$

$$\frac{\Delta B S}{\Delta t} = \frac{F_g \cdot 2\pi R}{q} = E \cdot 2\pi R \quad E = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

$$F_g = m R \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \quad \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{F_g \cdot 2\pi R}{q} = \frac{\Delta B S}{\Delta t} = \frac{\Delta B S \cdot R^2}{\Delta t}$$

$$E = \frac{\Delta B S}{2 \Delta t}$$

$$\frac{\Delta B S}{2 \Delta t} = m R \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

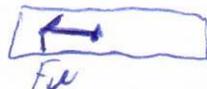
$$\frac{4 \cdot 3 \cdot 10^{-20} \cdot 5 \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{70^{-2}} = 9600 \text{ Тл}$$

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

$$B_0 = \frac{2m R \Delta \omega}{q} = \frac{2m 2\pi \nu R}{q}$$

$$\begin{array}{r} \times 12 \quad 12 \\ 96 \quad 9600 \end{array}$$

перемещение:



$$F = \frac{u}{l}$$

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B v l$$

$$\frac{\Delta BS}{\Delta t} = B v l$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{B v l}{R} \quad T = \frac{l}{v}$$

$$F_{\text{а}} = F_{\text{г}} \quad A = F_{\text{а}} \cdot l$$

$$F_{\text{а}} = \frac{u}{e} \quad A = \frac{u}{e} \cdot l$$

$$F_{\text{а}} = B q v$$

$$A = B q v \cdot l \quad \mathcal{E} = \frac{A}{q} = B v l$$

$$\mathcal{E} = \frac{A}{q}$$



$$B v q = m \frac{dv}{dt}$$

$$B v l q = m v$$

$$B v q = m \omega R$$

$$\omega = \frac{B q}{m}$$

B - магнитное поле

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \nu$$

$$v = 2\pi \nu R$$

$$\mathcal{E} = \frac{A}{q}$$

$$A = B v q 2\pi R$$

$$\frac{\Delta BS}{\Delta t} = B v 2\pi R$$

$$\Delta BS = B v \Delta t \cdot 2\pi R$$

$$\frac{\Delta \Phi}{B} = \frac{(2\pi R)^2 v}{T} =$$

$$\ln e^{B_0} = 2$$

7000000 | 3500
 70 | 28888
 300
 270
 300
 270
 300
 270
 300
 270
 300

28888
 + 2888
 33666

65.6.

Председателю апелляционной комиссии
Олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
Академику В.А. Садовничему
От ученика МБОУ СОШ г. Сурска
Чурносова Максима Алексеевича

Апелляция

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы (86) за мою работу заключительного этапа по физике, поскольку считаю, что в задаче номер три мне списали баллы за то, что мое решение отличалось от авторского. Я вместо второго закона Ньютона использовал основное уравнение динамики вращательного движения, а ответ вышел одинаковый за исключением множителя N , но я бы его и не учел, идя авторским путем. То, что циклическая частота была меньше в N раз, этот факт был скорее на смекалку, а не на физику. Именно в этом моя ошибка. И считаю, что нельзя срезать всю задачу только из-за этого факта.

А в задаче номер два буквенный ответ у меня получился правильным, но из-за отсутствия калькулятора, я в ходе вычислений округлял данные числа, для более удобного счета и из-за этого вышел ответ немного отличный от официального.

Дата 02.03.2020

Чурнов

В повышенном оценивании отма-
зать.

Ваш,

В.А. Садовничий