

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "ломоносов"

по физике

Радина Александра Сергеевича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

+ 1 доп. лист Ли (Поленцева)
+ 1 доп. лист Бр (Бровкин)
+ 1 доп. лист Ли (Поленцева)

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов-2020»
ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника олимпиады по физике
Рахим Александр Сергеевич 11
(фамилия, имя, отчество, класс)

В ~~х~~ новичке
ученые отказат
Рахим

Вариант 2

АПЕЛЛЯЦИЯ на результат Олимпиады

Прошу пересмотреть выставленный мне технический балл за мою работу заключительного этапа по физике, с 80 на 85 по следующей причине (необходимо указать номер задачи; выставленный за нее балл; основание для пересмотра баллов; балл, который должен быть выставлен по мнению участника):

- 1^{ая} задача решения было и получено верный ответ с погрешностью менее 15%. Требую оценить задачу на 15 б.
- в теоретическом вопросе к 2^{ой} задаче я верно перечислил виды пародораждания, но не постелил. Требую оценить ответ на вопрос на 9 б.
- в теор. вопросе к задаче №3 я указал "что её породит" относящие к "модулю изменения магнитного потока", а не к "максимального потока". В моём физическом решении указано производное максимального потока по времени, т.к. направление ЭДС индукции определяется правилом ленга, о чём я написал

(*) « 5 » марта 2020 г.

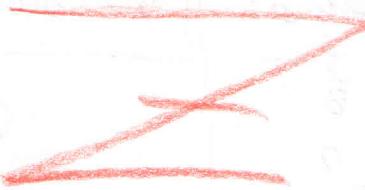

(подпись) Требую оценить
ответ на вопрос на 9 б.

Примечание: В соответствии с Положением о порядке подачи и рассмотрения апелляций в рамках Олимпиады школьников «Ломоносов» «апелляцией на результат Олимпиады является аргументированное письменное заявление о несогласии с выставленными баллами».

- в задаче №3 получено не максимальное, но верное с физической точки зрения значение максимальной индукции. Требую оценить задачу в 13 б.

Физика 10 класс

Черновик



№ задача 1.1.2

Гармоническим называем движение колебания, которое происходит по закону синуса или косинуса.

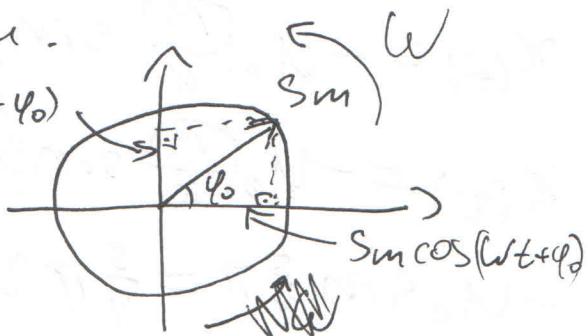
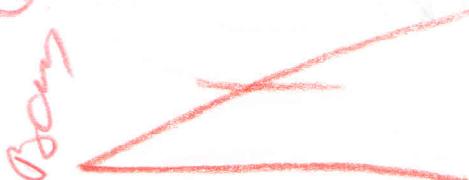
⊕

Амплитудой называем максимальное значение колеблющейся величины из положения равновесия, симметричное нулю.

⊕

Радиусом называем радиус произведения центральной гармоники на время, прошедшее от начального момента пересечения положения равновесия (для зависимости $s_{(t)} = S_m \sin(\omega t + \varphi_0)$) или ближайшего амплитудного положения (для зависимости $s_{(t)} = S_m \cos(\omega t + \varphi_0)$) до момента отсчета времени.

$$S_m \sin(\omega t + \varphi_0)$$



Дано:

$$\gamma = \frac{5}{8} T$$

 $n - ?$

Черновик

задача 1.1.2

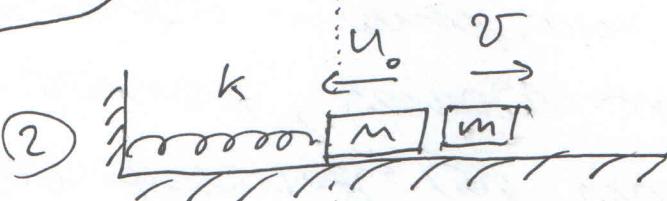
Черновик

①

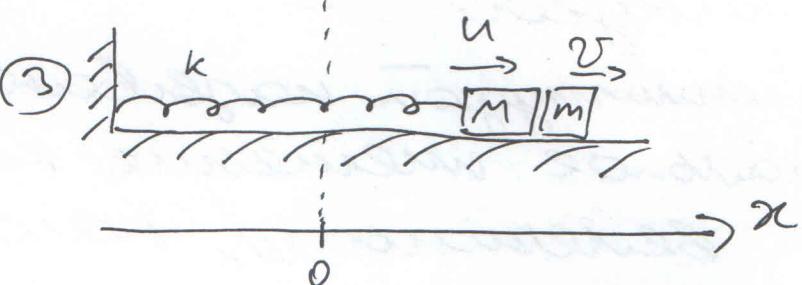
Грунтовый
машинки

$$n = \frac{M}{m}$$

②



③



$$x(t) = x_0 + A \sin \omega t + B \cos \omega t$$

$$x_0 = 0$$

$$x(0) = 0$$

$$\dot{x}(0) = -u_0$$

Гармонические колебания

начальное условие

$$x(0) = B = 0$$

$$\dot{x}(0) = Aw = -u_0 \Rightarrow A = -\frac{u_0}{w}$$

$$x(t) = -\frac{u_0}{w} \sin \omega t, \quad w = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \tau = \frac{5}{4}\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$x(t) = -u_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t$$

$$x(\tau) = -u_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \left(\sqrt{\frac{k}{m}} \frac{5}{4}\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \right) = -u_0 \sin \frac{5}{4}\pi = \frac{5}{4}\pi u_0$$

$$-u_0 \sin \frac{5}{4}\pi = \frac{5}{4}\pi u_0$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} U_0 = \frac{5}{4} \pi V$$

$$2\sqrt{2} U_0 = 5\pi V$$

Черновик

Задача:

~~$$x(t) = -U_0 \cos \frac{\pi}{4} t$$~~
~~$$x'(t) = -U_0 \cos \frac{5\pi}{4} t = \frac{\sqrt{2}}{2} U_0 \neq 0$$~~

Задача; ① - ②:

$$-mV_0 = -Mu_0 + mv$$

Задача; ① - ②:

$$\frac{1}{2} m V_0^2 = \frac{1}{2} M u_0^2 + \frac{1}{2} m v^2$$

$$m^2 V_0^2 = M^2 u_0^2 + m^2 v^2 - 2Mu_0v$$

~~$$\frac{1}{2} M^2 u_0^2 + \frac{1}{2} m^2 v^2 - Mu_0v = \frac{1}{2} Mu_0^2 +$$~~

~~$$+ \frac{1}{2} m^2 v^2$$~~

~~$$\frac{1}{2} n^2 u_0^2 + \frac{1}{2} v^2 - mu_0v = \frac{1}{2} nu_0^2 + \frac{1}{2} v^2$$~~

$$n^2 u_0^2 - 2nu_0v = nu_0^2$$

$$u_0 \neq 0$$

$$n^2 u_0 - 2nv = nu_0$$

$$n(n-1)u_0 = 2nv$$

$$(n-1)u_0 = 2v$$

$$\frac{2\sqrt{2} U_0}{(n-1) U_0} = \frac{5\pi V}{2v}$$

$$n-1 = \frac{4\sqrt{2}}{5\pi}$$

$$n = 1 + \frac{4\sqrt{2}}{5\pi} \approx 1,2$$

Ответ: $n \approx 1,2$

Вопрос к задаче 2.4.2

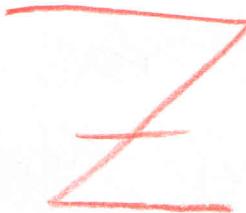
виды парообразования:

~~стор. 1/12~~стор 4/12

- испарение ~~неподвижек~~
~~отвей~~

- кипение

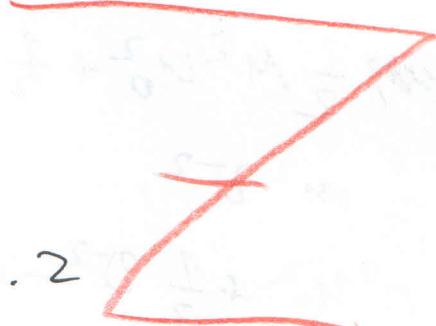
- конвекция (воздуха)



Удельная теплота парообразования — это скрытая физическая величина, показывающая количество теплоты, затраченной на испарение 1 кг данной жидкости, выделенной при парообразовании кипения.

$$r = \frac{Q}{m} [r] = \frac{\Delta m}{kg}$$

85



задача 2.4.2

Дано:

$$t = 100^\circ C$$

$$h = 35 \text{ кДж} = 0,35 \text{ кДж}$$

$$\Delta m = 0,12 = 10^{-4} \text{ кг}$$

$$S = 100 \text{ см}^2 = 10^{-2} \text{ м}^2$$

$$M = 10 \text{ кг}$$

$$P_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$\mu = 18 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$R = 3,7 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$$

$$\Delta h - ?$$

В задаче дана опечатка!
Не было написана размерность массы $\Delta m = 0,1$.
Я предположил, что $\Delta m = 0,12$.



$$] L = h = 35 \text{ см}$$

P_{CB0} - давл. сух. б.

в сист. ①

P_{PI0} - давл. пара

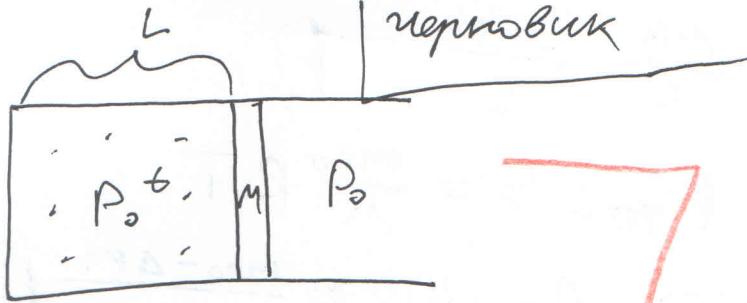
в сист. ①

P_{CB1} - давл. сух. б.

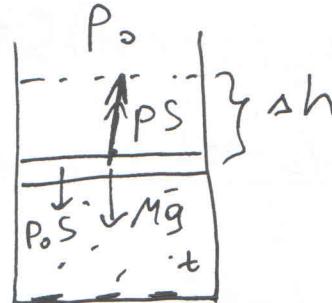
в сист. ①

P_{PI1} - давл. пара

в сист. ①



①



$$t = 100^\circ\text{C} \Rightarrow P_{H2O} = 10^5 \text{ Па} = P_0$$

условие равновесия:

$$PS = P_0 S + Mg$$

$$P = P_0$$

$$P = P_{CB1} + P_{PI1}$$

$$P_0 = P_{CB0} + P_{PI0}$$

в системе ① есть вода \Rightarrow

все пары насыщенные: $P_{PI1} = P_{H2O} = P_0$

$$P_{CB1}$$

$$P_{CB0} LS = \rho_{CB} RT \leftarrow \text{ур-е мондесона}$$

$$P_{CB1}(L - \Delta h)S = \rho_{CB} RT \leftarrow \text{жидкого пара}$$

$$P_{CB1} + P_0 = P_0 + \frac{Mg}{S}$$

$$P_{CB1} = \frac{Mg}{S}$$

$$\frac{Mg}{S} \cdot \frac{L-\Delta h}{L} = P_{CB0}$$

чертёжник

$$P_{\text{н0}} LS = \frac{m_{\text{но}}}{\mu} RT$$

$$P_{\text{н1}}(L-\Delta h)S = \frac{m_{\text{но}} - \Delta m}{\mu} RT$$

$$P_{\text{н0}} LS - P_0(L-\Delta h)S = \frac{\Delta m}{\mu} RT$$

$$P_{\text{н0}} = \frac{P_0(L-\Delta h)}{L} + \frac{\Delta m RT}{\mu LS}$$

$$P_0 = \frac{Mg}{S} \frac{L-\Delta h}{L} + \frac{P_0(L-\Delta h)}{L} + \frac{\Delta m RT}{\mu LS}$$

$$LS P_0 = Mg(L-\Delta h) + P_0 S(L-\Delta h) + \frac{\Delta m RT}{\mu}$$

$$\mu(Mg + P_0 S)(L-\Delta h) = MLS P_0 - \Delta m RT$$

$$L-\Delta h = \frac{\Delta LSP_0 - \Delta m RT}{\mu(Mg + P_0 S)}$$

$$\Delta h = L - \frac{\Delta LSP_0 - \Delta m RT}{\mu(Mg + P_0 S)} = \frac{\mu Mg L + \mu P_0 S}{\mu(Mg + P_0 S)}$$

$$= \frac{\mu Mg L + \Delta LSP_0 - \Delta LSP_0 + \Delta m RT}{\mu(Mg + P_0 S)}$$

$$\Delta h = \frac{\mu Mg L + \Delta m RT}{\mu(Mg + P_0 S)} = \underline{\underline{18 \cdot 10^{-3}}}$$

$$= \frac{28 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10 \cdot 0,35 + 10^{-4} \cdot 8,3 \cdot (100 + 273)}{28 \cdot 10^{-3} (10 \cdot 10 + 10^5 \cdot 10^{-2})} \rightarrow 0,005 \text{ м}$$

$$\approx 0,005 \text{ м}$$

155

Ответ: $\Delta h \approx 5 \text{ см}$

$$P_{CB1} = \frac{Mg}{S}$$

comp. 6 / 12

$$P_{CB0} = \frac{Mg}{S} \frac{h-\alpha h}{h}$$

$$P_{n0} h S - P_0 (h - \alpha h) S = \frac{\Delta m}{\mu} RT$$

$$P_{n0} = \frac{P_0 (h - \alpha h)}{h} + \frac{\Delta m RT}{\mu h S}$$

$$P_0 = \frac{Mg}{S} \frac{h - \alpha h}{h} + \frac{P_0 (h - \alpha h)}{h} + \frac{\Delta m RT}{\mu h S}$$

$$\mu h S P_0 = \mu Mg (h - \alpha h) + \mu S P_0 (h - \alpha h) + \Delta m RT$$

$$+ \Delta m RT$$

$$h - \alpha h = \frac{\mu h S P_0 - \Delta m RT}{\mu (Mg + P_0 S)}$$

$$\alpha h = \frac{\mu Mg h + \mu h S P_0 - \mu h S P_0 + \Delta m RT}{\mu (Mg + P_0 S)}$$

$$\alpha h = \frac{\mu Mg h + \Delta m RT}{\mu (Mg + P_0 S)} = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10 \cdot 0,35 +}{18 \cdot 10^{-3} \cdot (10 \cdot 10 +)}$$

$$+ 10^{-4} \cdot 8,3 \cdot (100 + 273) \quad \approx 0,05 \text{ (м)} \\ + 10^5 \cdot 10^{-2} \quad \approx 0,05 \text{ (м)}$$

Ответ: ~~0,05 м~~ ~~5 см~~ [5 см]

$$\textcircled{2} \frac{1}{F} = \frac{1}{d-h+L} + \frac{1}{f+h} \quad | \text{смр. 12/12}$$

$$(2F-h+L)(2F+h) = F(2F+h) + F(2F-h+L)$$

$$\begin{aligned} & 4F^2 + \underline{2Fh} - \underline{2Fh} - h^2 + \cancel{2FL} + Lh = \\ & = \underline{2F^2 + Fh} + \underline{2F^2 - Fh + FL} \end{aligned}$$

$$-h^2 + FL + Lh = 0$$

$$h^2 - Lh - FL = 0$$

$$D = L^2 + 4FL$$

$$h = \frac{1}{2} (L \pm \sqrt{L^2 + 4FL}) = \frac{1}{2} (8 \pm \sqrt{64 + 480}) =$$

$$= 4 \pm \sqrt{136} \approx 4 \pm 11,5 \text{ (cm)}$$

$$h = 15,5 \text{ cm}$$

$$h = -7,5 \text{ cm}$$

~~Изображено~~ $h = 15,5 \text{ см}$

$$\sqrt{136} \approx 11,5$$

Ответ: ~~ширина~~ на 15,5 см от экрана,
~~ширина~~ на 7,5 см к экрану.

Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!

задача 1.1.2. | стр. 1/12

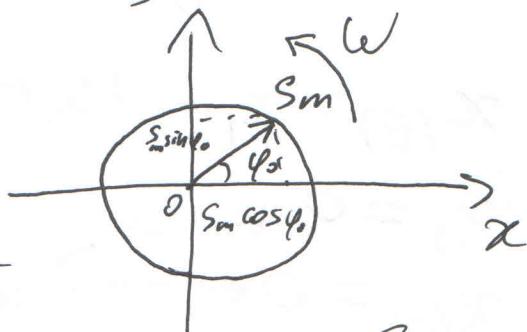
ответ:

Гармоническими называем такие колебания, которые происходят по закону синуса или косинуса.

 \oplus

Амплитудой называем начальное значение колеблющейся величины из положения равновесия, взятое по модулю.

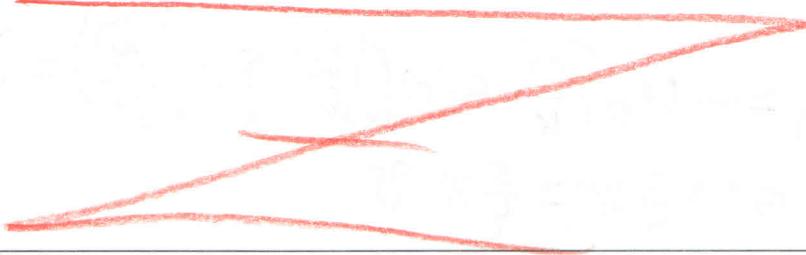
Радиусом называем угол между вектором $\vec{S_m}$ амплитуды колеблющейся величины и осью абсцисс в векторной диаграмме в начальной момент времени.



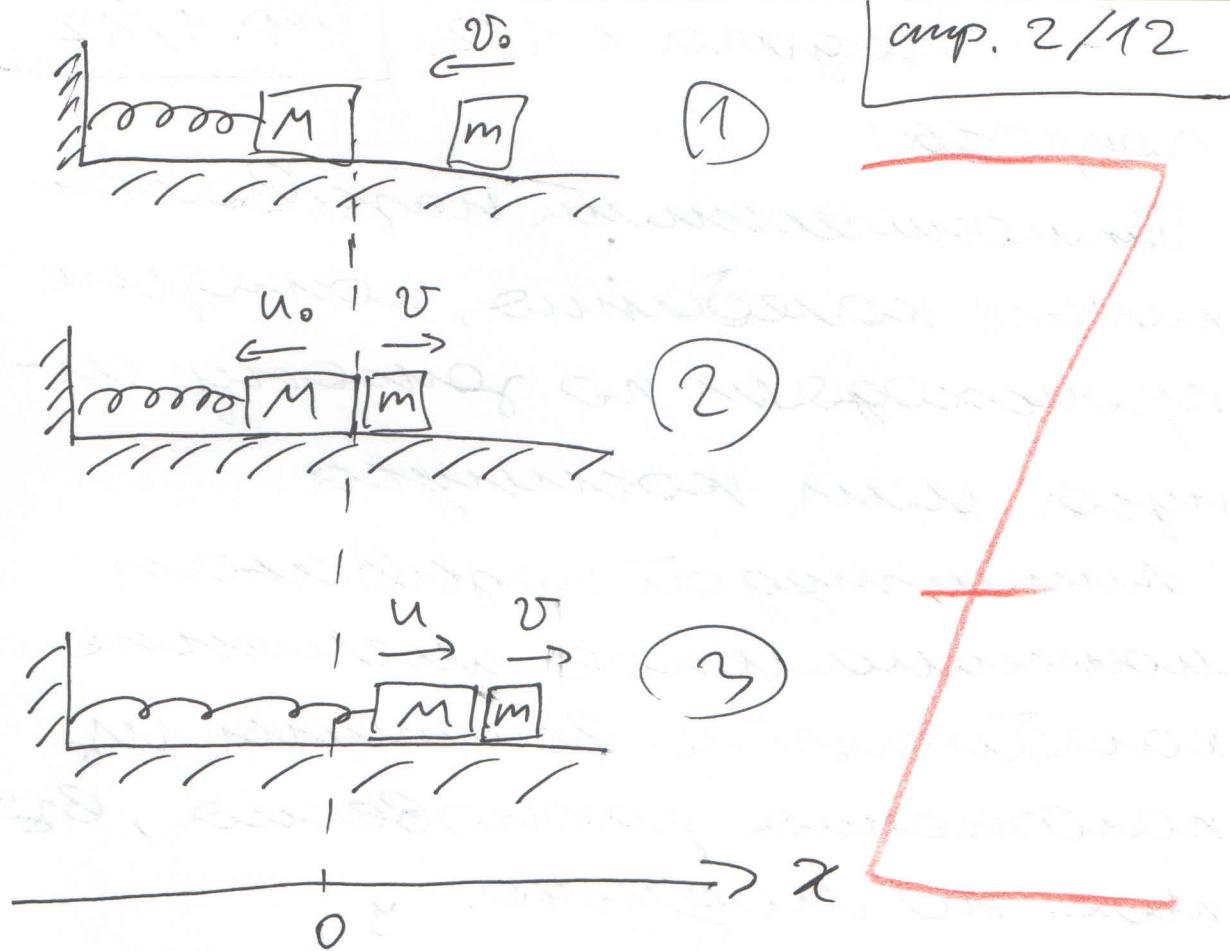
Дано: $\tau = \frac{\pi}{8} T$
 $n - ?$

Приступка с узлом и представлена собой пружинной маятник.

$$n = \frac{M}{m}$$



стор. 2/12



$$x(t) = x_i + A \sin \omega t + B \cos \omega t \leftarrow$$

ур-ие гармонич.
колебаний

$$x_i = 0 \leftarrow$$

$$x(0) = 0 \leftarrow$$

начальные условия

$$\dot{x}(0) = -u_0 \leftarrow$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{M}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \Rightarrow \tau = \frac{5}{4}\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$x(0) = B = 0$$

$$\dot{x}(0) = Aw = -u_0 \Rightarrow A = -\frac{u_0}{\omega}$$

$$x(t) = -\frac{u_0}{\omega} \sin \omega t$$

$$x(\tau) = -u_0 \sqrt{\frac{M}{K}} \sin \left(\sqrt{\frac{k}{m}} \frac{5}{4}\pi \sqrt{\frac{M}{K}} \right) = U \frac{5}{4}\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$-u_0 \sin \frac{5}{4}\pi = \frac{5}{4}\pi U$$

стор. 3/12

$$\frac{\sqrt{2}}{2} U_0 = \frac{5}{4} \pi V$$

$$2\sqrt{2}U_0 = 5\pi V$$

ЗСЧ, Ок; ① - ②:

$$-mV_0 = -Mu_0 + mV$$

ЗСЭ, ① - ②

$$\frac{1}{2}mV_0^2 = \frac{1}{2}Mu_0^2 + \frac{1}{2}mV^2$$

$$m^2V_0^2 = M^2u_0^2 + m^2V^2 - 2Mu_0V$$

$$\cancel{\frac{1}{2}M^2u_0^2 + \frac{1}{2}m^2V^2 - Mu_0V =}$$

$$= \frac{1}{2}Mu_0^2 + \frac{1}{2}m^2V^2$$

$$\frac{1}{2}n^2u_0^2 + \frac{1}{2}V^2 - nu_0V = \frac{1}{2}u_0^2 + \frac{1}{2}V^2$$

$$n^2u_0^2 - 2nu_0V = nu_0^2$$

$$nu_0 \neq 0$$

$$nu_0 - 2V = u_0$$

$$(n-1)u_0 = 2V$$

$$\frac{2\sqrt{2}U_0}{(n-1)u_0} = \frac{5\pi V}{2V}$$

$$n-1 = \frac{4\sqrt{2}}{5\pi}$$

$$n = 1 + \frac{4\sqrt{2}}{5\pi} \approx 1,2$$

1,36

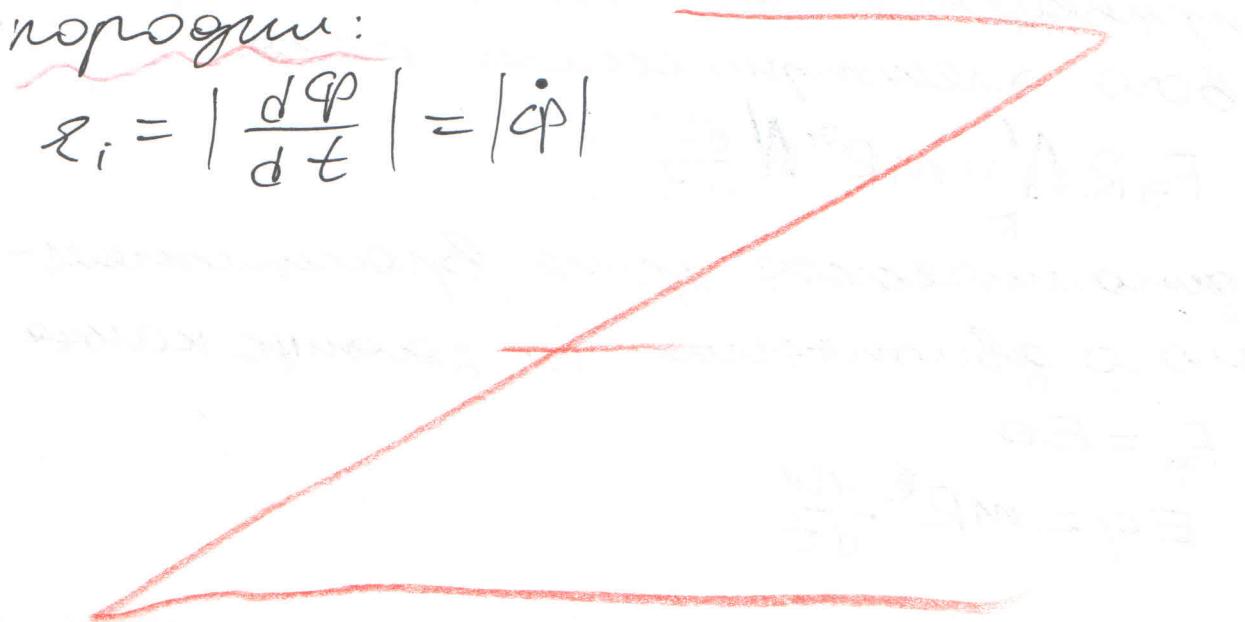
Ответ:

Вопрос к заданию 3. 7.2 [смр. 7/12]

Правило Ленца: индукционный ток, протекающий в замкнутом проводящем контуре, течёт в таком направлении, чтобы содействовать изменившемуся магнитному потоку, что его противо-направление.

Закон электромагнитной индукции Фарадея: ЭДС индукции, возникающей в замкнутом проводящем контуре равна модулю скорости изменения магнитного потока; что её противо-направление:

$$\mathcal{E}_i = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = |\dot{\Phi}|$$



Задача 3.7.2

m, q

суп. 8/12

Дано:

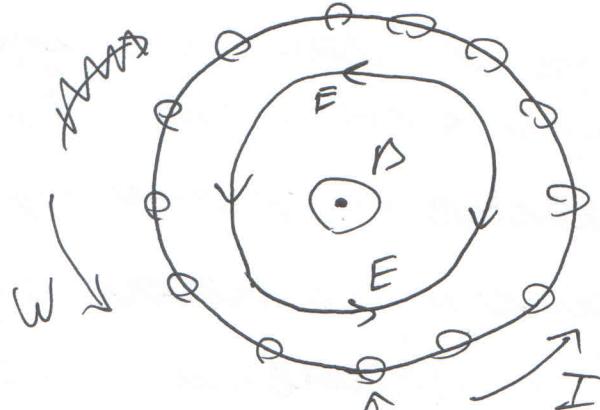
$$N = 100$$

$$m = 10 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг}$$

$$q = 10^{-7} \text{ Кл}$$

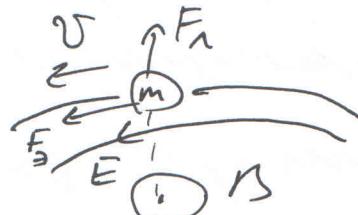
$$n = 3 \text{ Гц}$$

$$\beta_0 - ?$$



При вращении магнитного поля $B \downarrow \Rightarrow$ индукционный ток будет усиливать магнитное поле \Rightarrow ток течёт как показано на рисунке (в том же направлении вращения колеса)

МГДДД



МГД

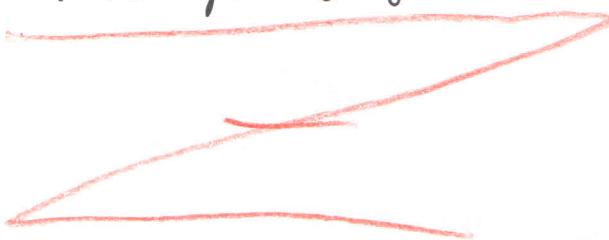
Изменение магнитного поля приведёт к появление вихревого электрического поля. \oplus

$$F_B R \propto N \frac{d\omega}{dt}$$

динамическое ур-е вращательного движения. R - радиус колеса

$$F_B = Eq$$

$$Eq = mR \frac{d\omega}{dt}$$



Лист. 9/18

$$\oint \vec{E} d\vec{L} = \xi_i$$

$$2\pi R E = \xi_i = \left| \frac{d\varphi}{dt} \right|$$

закон Фарадея

теорема о замкнутом вихревом
электрическом
поле

$$E = \frac{1}{2\pi R} \left| \frac{d\varphi}{dt} \right|$$

$$\frac{q|d\varphi|}{2\pi R} = mR \frac{dW}{dt}$$

~~Уравнение~~

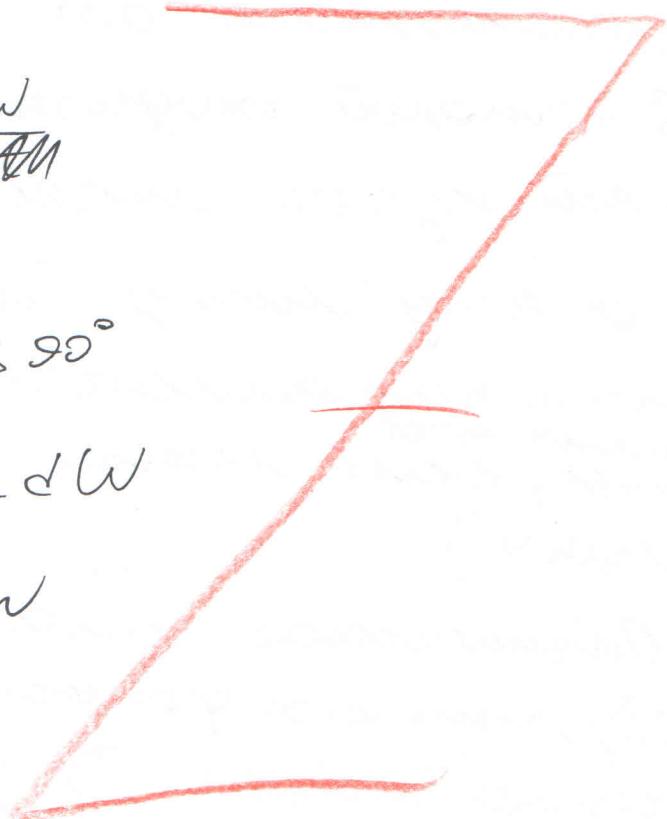
$$d\varphi = dB \pi R^2 \cos 90^\circ$$

$$-\frac{qdB\pi R^2}{2\pi R} = mRdW$$

$$-qdB = 2mRdW$$

$$qB_0 = 2mW$$

$$W = \frac{qB_0}{2m}$$



изображение будем использовать,
если $W = 2\pi n$ ~~не минимум~~

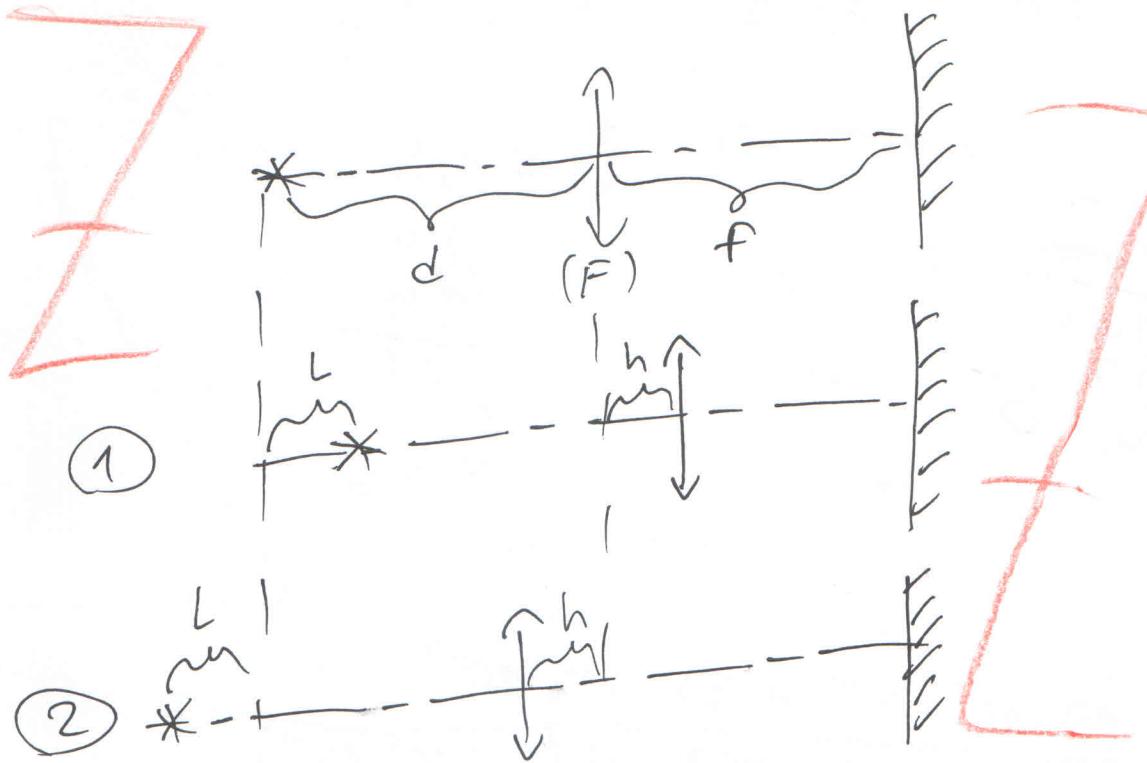
$$2\pi n = \frac{qB_0}{2m}$$

$$B_0 = \frac{4\pi mn}{q} \approx \frac{4 \cdot 3 \cdot 10^{-5} \cdot 8}{10^{-7}} = 96 \cdot 10^2 \text{ Тесла}$$

Ответ: $B_0 = 9600 \text{ Тесла}$.

~~загадка 4 № 2~~

сир. 11/42



$$\textcircled{11} \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f-h} \quad f = \frac{dF}{d-F} = 2F$$

уравнение тонкой линии

$$\textcircled{1} \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{d-L+h} + \frac{1}{f-h}$$

$$(2F-L+h)(2F-h) = F(2F-h) + F(2F-L+h)$$

$$\begin{aligned} & 4F^2 - 2Fh - 2LF + Lh + 2Fh - h^2 = \\ & = 2F^2 - \underline{Fh} + \underline{2F^2} - \underline{FL} + \underline{Fh} \end{aligned}$$

$$FL - Lh + h^2 = 0$$

$$h^2 - Lh + FL = 0$$

$$D = L^2 - 4FL = 64 - 480 < 0 \quad h \in \emptyset$$

$$h = \frac{\sqrt{L^2 - 4FL}}{2} = \frac{8 \pm \sqrt{64 - 480}}{2} \notin \emptyset$$

$$a \frac{\sqrt[4]{52}}{5\pi} = \frac{2 \cdot 1,4}{5 \cdot \frac{22}{7}} = \frac{8 \cdot 44^{\frac{1}{4}} \cdot 7}{5 \cdot 20 \cdot 22} \approx 0,196$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 15 \\ \hline 160 \\ 32 \\ \hline 480 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \frac{7}{5} = 1,4 \\ \times 1,4 \\ \hline 56 \\ 74 \\ \hline 1,96 \end{array}$$

2

$$\frac{18 \cdot 10^{-?} \cdot 35 + 83 \cdot 373 \cdot 10^{-5}}{18 \cdot 10^{-2} \cdot 10^2 (1 + 10^3 \cdot 10^{-2})} =$$

$$= \frac{35 + 4 \cdot 373 \cdot 10^{-2}}{10^2 + 10^3} = \frac{35 + 1600 \cdot 10^{-2}}{1100} =$$

$$= \frac{5+16}{1100} = \frac{21}{1000} = 0,021 \text{ m}$$

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

$$d \in (F; 2F)$$

$$\frac{1}{d \rightarrow 2F \neq 0} = \frac{2F^2}{F} = 2F$$

$$\lim_{d \rightarrow 0^+} \epsilon = \frac{3F^2}{2F} = \frac{3}{2} F$$

$$\begin{array}{r} \cancel{12} \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 11 \\ \hline 121 \end{array}$$