



02-62-54-97
(65.18)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Воскресенского Владимира Владимировича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Одино (7.13)
[Signature]

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

[Signature]

02-62-54-97
(65.18)

Именован.

№ 3.4.2

Символьные линии векторов
м. поля.



При изменении магнитного потока возникает вихревое электрическое поле, направление которого можно определить по правилу Ленца. М. к магнитного

поля было соизмеримым, но направленность $E_{\text{в}}$ будет одинаковой на одинаковом расстоянии от центра кольца.

$$E_{\text{в}} \cdot \Delta l = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad (\text{з. электромагнитной индукции})$$

$$\Phi = B \cdot S \Rightarrow \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = S \frac{\Delta B}{\Delta t}, \quad \text{где } S = \pi r^2 \quad (r - \text{радиус кольца})$$

$$\Delta l = 2\pi r - \text{длина окружности} \Rightarrow E_{\text{в}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t \cdot \Delta l} = - \frac{\pi r^2}{2\pi r} \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} = - \frac{r}{2} \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

На каждый заряд будет действовать сила $F_{\Delta} = E_{\text{в}} \cdot q$

Изменению скорости $F_{\Delta} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$ (для одной единицы)

Итого $-\frac{r}{2} \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot q \cdot \Delta t = m \Delta v$, просуммируем влево и право цепи вместе

$$\text{Инд.} \quad - \frac{r}{2} (0 - B_0) q = m(v - 0) \Rightarrow v = \frac{B_0 q r}{2m} \quad \text{В дальнейшем}$$

силы на заряды действовать не будут, значит кольцо будет двигаться с постоянной скоростью $w = \frac{v}{r} = \frac{B_0 q}{2m}$ если

каждый элемент $\Delta t = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{8} \text{ с}$, значит, чтобы остаться неподвижным кольцо должно повернуться на $\frac{2\pi}{\nu}$ радиан, т.к. единицы все одинаковые и

их невозможно опустить. $w \cdot t = \frac{2\pi}{\nu} \Rightarrow w = \frac{2\pi}{\nu t} = \frac{2\pi \nu}{\nu}$

$$\frac{B_0 q}{2m} = \frac{2\pi \nu}{\nu} \Rightarrow B_0 = \frac{4\pi m}{\nu q} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}{100 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-1} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 32 \pi \text{ Тл} \approx 96 \text{ Тл}.$$

Ответ: $B_0 = 32 \pi \text{ Тл} \approx 96 \text{ Тл}$.

Закон электромагнитной индукции:

1) В каждой контуре индуцированная электродвижущая сила (Э.д.С) равна изменению скорости изменения магнитного потока через этот контур $\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ взятый с противоположным знаком ($\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$)

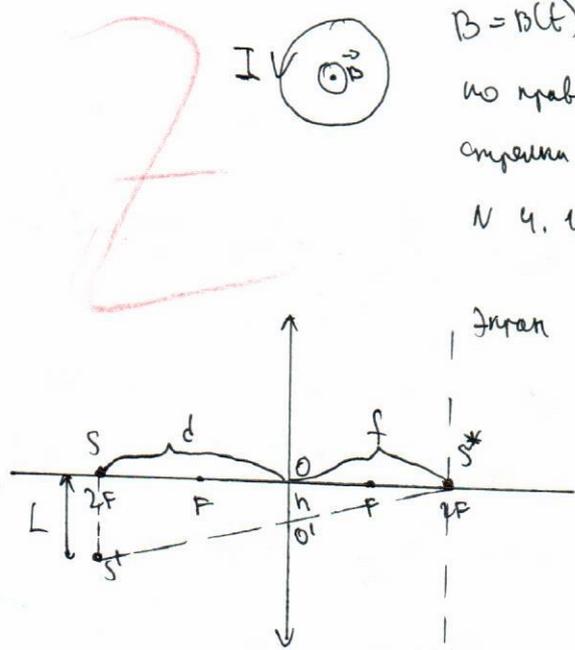
2) Циркуляция вектора напряённости вихревого электрического поля по замкнутой контуре равна скорости изменения магнитного потока через данный контур, взятый с противоположным знаком. $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d\Phi}{dt}$

Правило Ленца: При изменении магнитного потока через контур, в контуре возникает ток, магнитное поле которого такой ток, который создаёт магнитное поле, изменение потока которого противоположно изменению ^{магнитного} внешнего поля. Направление этого тока определяется по правилу правой руки.

Пример:

3
Поток не вектор величины

$B = B(t) \downarrow \Rightarrow \Phi_{внеш} \downarrow \Rightarrow \Phi_{контур} \uparrow$ ^{увеличивается.}
по правилу правой руки ток идет против часовой стрелки.
N 4. 10. 7.



$f = 2F > F$. Линза собирающая, т.к. даёт действительное изображение на экране.

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{F \cdot 2F}{2F-F} = 2F$$

т.к. изображение четкое, то экран расположен на расстоянии $2F$ от линзы. Изображение источника будет лежать на линии, проходящей через источник и оптический центр линзы, т.к. промежуток по толщине луч не ~~различается~~ ^{равняется}.

Соединим источник S' и его изображение. Пересечение прямой $S'S^*$ и линзы и есть новое положение оптического центра линзы. $O'O' = h$.

т.к. расстояние от линзы от источника и изображение не изменились, то можно рассмотреть подобие тр-ки. $\Delta S'O'O' \sim \Delta S'SS' \Rightarrow$

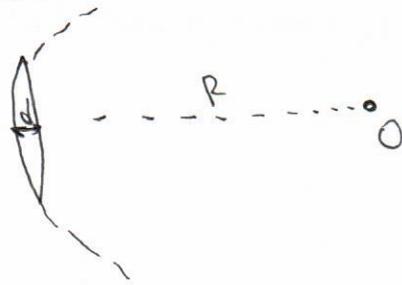
$$\Rightarrow \frac{S'O}{S'S} = \frac{O'O'}{SS'} \Rightarrow \frac{f}{f+d} = \frac{h}{L} \Rightarrow h = \frac{fL}{f+d} = \frac{2F \cdot L}{2F+2F} = \frac{L}{2} = \frac{8 \text{ см}}{2} = 4 \text{ см}$$

Ответ: 4 см.

02-62-54-97
(65.18)

читовик.

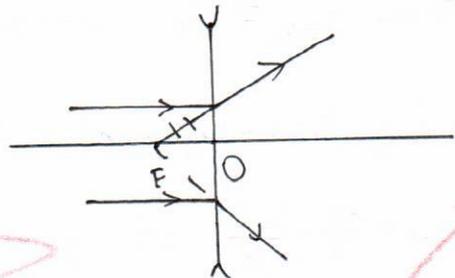
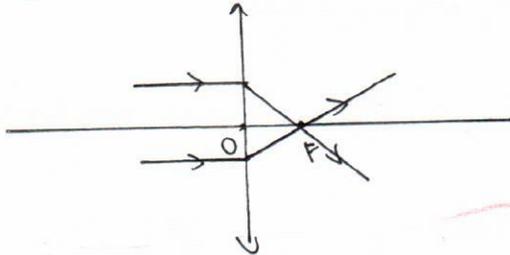
Фокусные называют линзы, радиус кривизны поверхности которых много больше их ~~толщины~~ ⁵ толщины.



$R \gg d.$

Фокусное расстояние - это расстояние от оптического центра линзы до точки, через которую проходит ^{преломившаяся} луч (или их продолжения), ² попавшие на линзу параллельно её главной оптической оси.

$[F] = \text{м}$

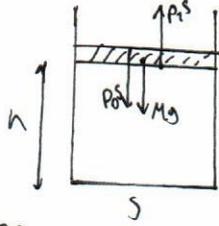


Оптическая сила линзы - величина, характеризующая преломляющую способность линзы и равная обратной фокусной расстоянию. (для собирающих линз $D > 0$, для рассеивающих - $D < 0$) ³

$D = \pm \frac{1}{F}$

$[D] = \text{дптр} - \text{диоптрии.}$

Черновик. N 2.4.2.

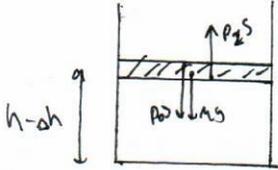


$$p_1 = p_{c.v.1} + p_{H_2O_1} \quad (\text{закон Дальтона})$$

$$p_1 S = p_0 S + mg \quad (\text{з.т., поршень покоится}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_1 = p_0 + \frac{mg}{S}$$

$$t = 100^\circ\text{C} = \text{const}$$



$$p_2 = p_{c.v.2} + p_{H_2O_2}$$

$$p_2 S = p_0 S + \frac{mg}{2} \Rightarrow p_2 = p_0 + \frac{mg}{S} \Rightarrow p_1 = p_2$$

т.к. температура $t = 100^\circ\text{C}$, а во втором случае

конденсировалась вода, то после смешения пар имеет насыщенный и

его давление $p_{H_2O} = p_0 \Rightarrow p_{c.v.2} = p_2 - p_{H_2O} = \frac{mg}{S}$

$$pV = \text{const} \quad (\text{з. Бойля - Мариотта}) \Rightarrow p_{c.v.1} h S = p_{c.v.2} (h - \Delta h) S, \text{ т.к. } t = \text{const}$$

$$\Rightarrow p_{c.v.1} = \frac{mg}{S} \cdot \frac{h - \Delta h}{h} \Rightarrow p_{H_2O_1} = p_1 - p_{c.v.1} = p_0 + \frac{mg}{S} - \frac{mg}{S} \frac{h - \Delta h}{h} =$$

$$= p_0 + \frac{mg}{S} \left(1 - \frac{h - \Delta h}{h}\right) = p_0 + \frac{mg \Delta h}{Sh}, \text{ т.к. вначале вода не была и при } t = 100^\circ\text{C}$$

$$p_{H_2O_1} > p_0, \text{ пар был насыщенным. } pV = \nu RT \quad (\text{з.т. Менделеева - Клапейрона})$$

$$p_{H_2O_1} \cdot Sh = \frac{m \Delta m}{\nu} RT \Rightarrow p_{H_2O_1} = \frac{(m \Delta m) RT}{\nu Sh}$$

$$p_{H_2O_2} S (h - \Delta h) = \frac{m RT}{\nu} \Rightarrow p_0 S (h - \Delta h) = \frac{m RT}{\nu} \Rightarrow m = \frac{p_0 S (h - \Delta h) \nu}{RT}$$

$$\Rightarrow p_{H_2O_1} = \frac{\left(\frac{p_0 S (h - \Delta h) \nu}{RT} + \Delta m\right) RT}{\nu Sh} = p_0 \frac{h - \Delta h}{h} + \frac{\Delta m RT}{\nu Sh}$$

$$(1) = (2) \Rightarrow p_0 + \frac{mg \Delta h}{Sh} = p_0 \frac{h - \Delta h}{h} + \frac{\Delta m RT}{\nu Sh} \Rightarrow p_0 \frac{\Delta h}{h} + \frac{mg \Delta h}{Sh} = \frac{\Delta m RT}{\nu Sh} \quad | \cdot \nu Sh \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_0 \Delta h \nu S + \nu mg \Delta h = \Delta m RT \Rightarrow \Delta h = \frac{\Delta m RT}{\nu p_0 \nu S + \nu mg} = \frac{\Delta m RT}{\nu (p_0 S + mg)}$$

$$\Delta h = \frac{10^{-4} \text{ м} \cdot 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 373 \text{ К}}{0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} (10^5 \text{ Па} \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 + 10 \text{ кг} \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{кг}})} = \frac{10^{-4} \cdot 8,3 \cdot 373}{18 \cdot 10^3 \cdot 10^2 (10^3 + 10^4)} \text{ м} = 10^{-5} \cdot \frac{8,3 \cdot 373}{18 \cdot 11} \text{ м} =$$

$$\approx 10^{-5} \cdot \frac{8 \cdot 400}{20 \cdot 10} \text{ м} \approx \frac{3}{160} \cdot 10^{-6} \text{ м} = 16 \text{ мкм}$$

$$\text{Ответ: } \Delta h = \frac{\Delta m RT}{\nu (p_0 S + mg)} \approx 16 \text{ мкм.}$$

105

Числовой. № 2.4.2.

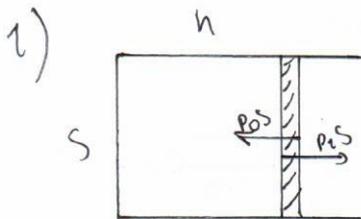
Виды парообразования:

- 1) Испарение - переход молекулы из жидкости в газ с поверхности жидкости
- 2) Кипение - переход молекулы из жидкости в газ по всему объёму жидкости
- 3) Возгонка - переход молекулы из твёрдого состояния в газ, минуя жидкое состояние

Удельная теплота парообразования - Количество теплоты, которое нужно передать жидкости при температуре кипения, чтобы образовался 1 м³ газа (пара) этой жидкости.

95

$[\lambda] = \frac{Дж}{кг}$



$F_2 = m \cdot a$ (II З.Н.)

$p_1 S = p_0 S$ (II З.Н. в состоянии равновесия)

$p_1 = p_0$

$p_1 = p_{c.v.1} + p_{n_2 O_1}$ (закон Дальтона)

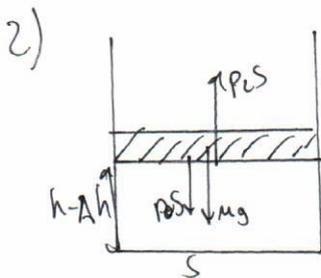
$p_{n_2 O_1} < p_{n_2 O_2}$
 $t = 100^\circ C$

$t = 100^\circ C = const$ $p_{c.v.}$ - давление сухого воздуха, $p_{n_2 O}$ - давление паров воды \Rightarrow пар не конденсируется

$pV = \nu RT$ (З-н Менделеева - Клапейрона)

$p_{n_2 O_1} \cdot h \cdot S = \frac{mRT}{\mu}$, где m - масса пара начального $\Rightarrow p_{n_2 O_1} = \frac{mRT}{\mu h S}$

$p_{c.v.1} = p_1 - p_{n_2 O_1} = p_0 - \frac{mRT}{\mu h S}$ (1)



$p_2 S = p_0 S + m g$ (II З.Н. в состоянии равновесия)

$p_2 = p_0 + \frac{m g}{S}$

$p_2 = p_{c.v.2} + p_{n_2 O_2}$

$p_{n_2 O_2} = p_0$ (н.к. $t = 100^\circ C$ и пар конденсируется, н.к. конденсированная вода)

$p_{c.v.2} = p_2 - p_{n_2 O_2} = p_0 + \frac{m g}{S} - p_0 = \frac{m g}{S}$

$p_{c.v.1} \cdot h S = p_{c.v.2} (h - \Delta h) S$ (З-н Б.-М.) $\Rightarrow p_{c.v.1} = p_{c.v.2} \cdot \frac{h - \Delta h}{h} = \frac{m g}{S} \cdot \frac{h - \Delta h}{h}$

$p_{n_2 O_1} \cdot (h - \Delta h) S = \frac{(m - \Delta m) RT}{\mu} \Rightarrow p_0 (h - \Delta h) S = \frac{(m - \Delta m) RT}{\mu} \Rightarrow m = \frac{p_0 (h - \Delta h) S \mu}{RT} + \Delta m$
См. след. лист. \Rightarrow подставив в (1)

$$p_{с.в.1} = p_0 - \left(\frac{\rho_0(h-\Delta h)\mu}{RT} + \Delta m \right) \cdot RT \quad \text{числовым.}$$

$$p_{с.в.1} = \frac{\mu g}{s} \frac{h-\Delta h}{h} \quad \mu h s \quad = p_0 - p_0 \frac{h-\Delta h}{h} + \frac{\Delta m RT}{\mu h s} = p_0 \frac{\Delta h}{h} - \frac{\Delta m RT}{\mu h s} \quad \left. \vphantom{\frac{\Delta m RT}{\mu h s}} \right\} \approx 0$$

$$\Leftrightarrow p_0 \frac{\Delta h}{h} - \frac{\Delta m RT}{\mu h s} = \frac{\mu g}{s} \frac{h-\Delta h}{h} \quad | \cdot \mu h s$$

$$p_0 \Delta h \mu s - \Delta m RT = \mu g h \mu - \mu g \Delta h \mu$$

$$\Delta h \mu (p_0 s + \mu g) = \mu g h \mu + \Delta m RT$$

$$\Delta h = \frac{\mu g h \mu + \Delta m RT}{\mu (p_0 s + \mu g)}$$

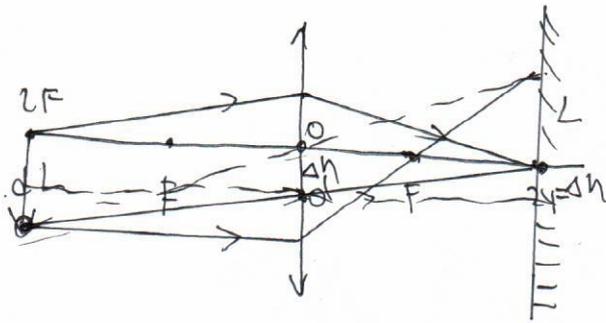
$$\Delta h = \frac{10 \text{ мм} \cdot 10 \text{ Н/м} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \text{ м} / \text{мм} + 10^{-9} \text{ м} \cdot 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 373 \text{ К}}{18 \cdot 10^{-3} \text{ м} / \text{мм} \cdot (10^5 \text{ Па} \cdot 100 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2 + 10 \text{ Н} \cdot 10 \text{ Н/м})} =$$

$$= \frac{18 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-4} + 10^{-4} \cdot 8,314 \cdot 373}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 (10 + 1)} \quad \mu \quad \frac{18 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-4} + 10^{-4} \cdot 8,314 \cdot 373}{18 \cdot 10^{-1} \cdot 11} = \left(\frac{18 \cdot 10^{-5} + 8,314 \cdot 373 \cdot 10^{-4}}{18 \cdot 11} \right) \mu =$$

$$\approx \left(0,017 + \frac{8 \cdot 900}{20 \cdot 10} \cdot 10^{-3} \right) \mu = \left(0,017 + 0,016 \right) \mu \approx 0,12 \mu = 12 \text{ см} \approx 0,05 \mu = 5 \text{ см}$$

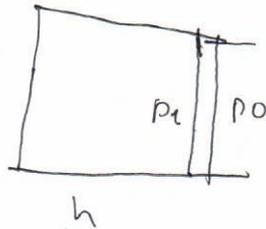
$$\text{Ответ: } \Delta h = \frac{\mu g h \mu + \Delta m RT}{\mu (p_0 s + \mu g)} \approx 12 \text{ см} = 5 \text{ см}.$$

Черновик,
к ч. 10. 2

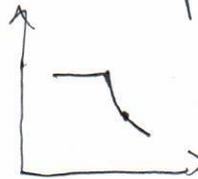
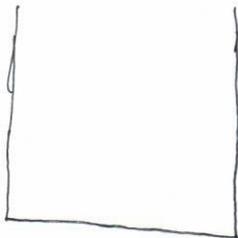


$$L - \Delta h = \Delta h$$

$$\Delta h = \frac{L}{2}$$



$$p_1 \cdot p_2 = p_0$$



$$p_1 = p_0$$

$$p_0 = p_{0, \text{в.т.}} + p_{0, \text{в.д.}}$$

$$p_{0, \text{в.д.}} = \frac{mRT}{\rho S h}$$

$$p_{0, \text{в.т.}} = p_0 - \frac{mRT}{\rho S h}$$

$$p_{0, \text{в.т.}} \cdot S = \frac{m g}{S} \cdot (h - \Delta h) \cdot S = (p_{0, \text{в.т.}}) h S$$

$$\frac{m g}{S} (h - \Delta h) = (p_0 - \frac{mRT}{\rho S h}) h S$$

$$p = \frac{DRT}{(h - \Delta h) S} = \frac{m g}{S}$$

$$p_0 = \frac{m_0 RT}{\rho_0 S} = \frac{(m_0 - \Delta m) RT}{\rho (h - \Delta h) S}$$

$$\frac{(m - \Delta m) RT}{\rho (h - \Delta h) S} = p_0 \rightarrow m = \frac{\rho p_0 (h - \Delta h) S}{RT} + \Delta m$$

$$p_{0, \text{в.т.}} \cdot p_0 = \frac{\rho p_0 (h - \Delta h) S}{RT} \cdot \frac{RT}{\rho S h} + \frac{\Delta m RT}{\rho S h} = p_0 - \frac{\rho_0 (h - \Delta h)}{h} + \frac{\Delta m RT}{\rho S h}$$

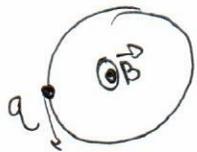
$$p_0 \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta m RT}{\rho S h}$$

$$\frac{m g}{S} (h - \Delta h) = p_0 \Delta h + \frac{\Delta m RT}{\rho S}$$

$$\frac{38}{16} = \frac{51}{51}$$

$$\frac{m g h}{S} - \frac{\Delta m RT}{\rho S} = \Delta h (p_0 + \frac{m g}{S})$$

Черновик. № 3.4.7.



$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = - \int \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot dS$$

$$\mathcal{E} \cdot \Delta t = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \frac{m \omega^2}{2 \pi r} \cdot \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta D}{\Delta t} = \mathcal{E}$$

~~Дано:~~ $1 \text{ мкФ} = \frac{1}{8} \text{ С}$

$$T = \frac{1}{8} \text{ с} = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\omega = 16 \pi$$

$$W = 2\pi$$

$$\omega \cdot t = \frac{2\pi}{N}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{N \cdot \frac{1}{8}} = \frac{16\pi}{N}$$

$$\frac{m \omega^2}{2} = \frac{m \omega^2}{2} = \frac{m \omega^2}{2}$$

$$\mathcal{E} \cdot q = P$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$

$$\int \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot q \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$

$$\frac{V \cdot B_0 q}{2 \cdot m} = V$$

$$\omega = \frac{V}{r} = \frac{B_0 q}{2m} = \frac{16\pi}{N}$$

$$B_0 = \frac{32 \pi m}{q N}$$

$$\frac{32 \cdot m \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{10^4}$$

Виток витку индуцированная электромагнитная сила (7.2.2).
 равна скорости изменения магнитного потока через этот виток, взятой
 с противоположным знаком.

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

При изменении магнитного потока через виток в нем возникает
 ток, который создает магнитное поле, поток которого
 препятствует изменению потока через виток

Решение

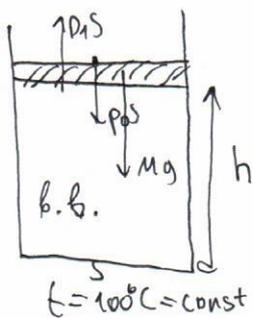


$$B = B(t) \downarrow \downarrow$$

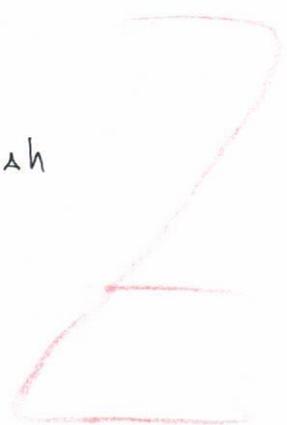
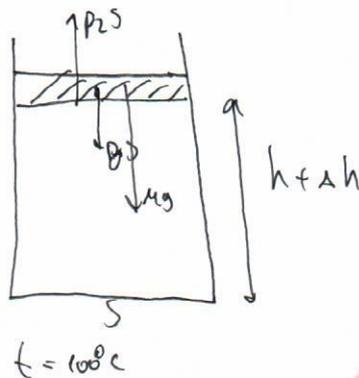


$$\frac{180}{q} = 45$$

Черновик. N 2.4.2



=>



$$P_1 = P_{c.v_1} + P_{n_2O_1} \quad (\text{заполнение})$$

$$P_1 S = P_0 S + Mg \quad (\text{II з.п., м.к. условие равновесия}) \Rightarrow P_1 = P_0 + \frac{Mg}{S}$$

$$PV = \nu RT \quad (\text{з-н м.-к.})$$

$$P_{c.v_1} \cdot h \cdot S = \nu_{c.v} RT$$

$$\nu_{c.v} = \frac{P_{c.v} h S}{RT}$$

$$P_{c.v_1} \cdot h \cdot S = P_{c.v_2} (h + \Delta h) S \Rightarrow P_{c.v_2} = P_{c.v_1} \frac{h}{h + \Delta h}$$

$$P_{n_2O_2} = P_0$$

$$P_{c.v_2} = P_1 \quad P_{c.v_2} = \frac{Mg}{S} \Rightarrow P_{c.v_1} = \frac{h + \Delta h}{h} \cdot \frac{Mg}{S}$$

$$P_2 = P_0 + P_{c.v_2} = P_0 + P_{c.v_1} \frac{h}{h + \Delta h} = P_0 + \frac{Mg}{S} \frac{h}{h + \Delta h}$$

$$P_1 = P_{n_2O_1} + P_{c.v_1} = P_{n_2O_1} + \frac{h + \Delta h}{h} \cdot \frac{Mg}{S}$$

$$P_{n_2O_1} = P_0 + \frac{Mg}{S} \left(1 - \frac{h + \Delta h}{h}\right) = P_0 - \frac{Mg}{S} \cdot \frac{\Delta h}{h}$$

~~$$P_{n_2O_1} = \frac{(m_0 + \Delta m) RT}{h \cdot S}$$~~

~~$$P_{n_2O_2} = \frac{m_0 RT}{(h + \Delta h) S} = P_0 \Rightarrow m_0 = \frac{P_0 (h + \Delta h) S}{RT}$$~~

~~$$P_{n_2O_1} = \frac{P_0 (h + \Delta h) S}{RT} + \frac{\Delta m RT}{h S} = P_0 \frac{h + \Delta h}{h} + \frac{\Delta m RT}{h S}$$~~

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

~~$$P_0 \Delta h S + \Delta m RT = -Mg \Delta h$$~~

~~$$\Delta h = -\frac{\Delta m RT}{P_0 S + Mg}$$~~

$$|\Delta h| = \frac{\Delta m RT}{\mu(P_0 S + Mg)} = \frac{10^{-4} \text{ м} \cdot 8,31 \cdot 373}{0,018 (10^5 \cdot 10^{-2} + 10 \cdot 10)}$$

$$S = 100 \cdot 10^{-4} = 10^{-2}$$

$$= \frac{10^{-4} \cdot 8,31 \cdot 373}{10^{-6} \cdot 3,3 \cdot 373}$$

$$= \frac{6,013 \cdot 10^2 (10 + 1)}{10^{-6} \cdot 3,3 \cdot 373}$$

$$= 10^{-8} \cdot \frac{0,18}{3,3 \cdot 373}$$

$$= \frac{4 \cdot 10^{-13}}{12,459} = 3,2 \cdot 10^{-14}$$

$$= 160 \cdot 10^{-14} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

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

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

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

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

$$P_{n_2O_1} = \frac{(m_0 + \Delta m) RT}{h \cdot S} = \frac{P_0 \cdot \mu^3}{h}$$

$$P_{n_2O_2} = \frac{m_0 RT}{(h + \Delta h) S} = P_0$$

$$m_0 = \frac{P_0 (h + \Delta h) S}{RT}$$

$$P_{n_2O_1} = \frac{\left(\frac{P_0 (h + \Delta h) S}{RT} + \Delta m\right) RT}{\mu h S} =$$

$$= P_0 \frac{h + \Delta h}{h} + \frac{\Delta m RT}{\mu h S} = P_0 + P_0 \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta m RT}{\mu h S}$$

№ 1.2. Амплитуда колебаний — ^{Штробил.} максимальное отклонение значения величины, от её значения в состоянии равновесия.

Фаза гармонических колебаний — аргумент синуса или косинуса в уравнении колебаний.

Примером гармонических колебаний могут быть математические маятник :



~~$\varphi < \pi$~~
 $\angle < \pi$



$x = A_2 \sin(\omega t + \varphi_0)$, где

A_2 — амплитуда колебаний,
 а $\omega t + \varphi_0$ — фаза колебаний, где
 φ_0 — начальная фаза.

$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$

Решение см. на след. листе.



Читовик.

№ 1.1.2



З.С.Ч. $Mv_0 = Mv_1 - mv_2 \Rightarrow m(v_0 + v_2) = Mv_1$

З.С.Э. $\frac{Mv_0^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow m(v_0 - v_2)(v_0 + v_2) = Mv_1^2$

$$\Rightarrow \begin{cases} v_0 - v_2 = v_1 \\ m(v_0 + v_2) = Mv_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_0 - v_2 = v_1 \\ m v_0 + m v_2 = M v_0 - M v_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_0 - v_2 = v_1 \\ v_2(m + M) = v_0(M - m) \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_0 - v_0 \frac{M-m}{M+m} = v_1 \\ v_2 = v_0 \frac{M-m}{M+m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_1 = v_0 \frac{M+m - M+m}{M+m} \\ v_2 = v_0 \frac{M-m}{M+m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_1 = v_0 \frac{2m}{M+m} \\ v_2 = v_0 \frac{M-m}{M+m} \end{cases}$$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \Rightarrow t = \frac{5}{8} T = \frac{5}{8} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{5}{4} \pi \sqrt{\frac{M}{k}}$

$S_1 = v_2 \cdot t = v_0 \frac{M-m}{M+m} \cdot \frac{5}{4} \pi \sqrt{\frac{M}{k}}$ - расстояние, которое пройдет брусок m

за $\frac{5}{8} T$, т.е. он увеличился против оси от начала координат, но $x_m = -S_1$

2 З.Н.: $\vec{F}_x = M\ddot{x} \Rightarrow F_{упр} = Ma \Rightarrow M\ddot{x} + kx = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{M} x = 0$ Это уравнение имеет решения вида

$x = A \cos \omega t + B \sin \omega t$, где $\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$. Пусть начало координат совпадает с начальным положением бруска M, тогда $x(0) = A + B \cdot 0 = 0 \Rightarrow A = 0$

В начальный момент времени скорость M равна $v_1 \Rightarrow x'(0) = B\omega \cos(0) = B\omega = v_1 \Rightarrow B = \frac{v_1}{\omega} \Rightarrow x = \frac{v_1}{\omega} \sin \omega t$ Через время $t = \frac{5}{8} T$ координата M будет равна $x(\frac{5}{8} T) = \frac{v_1}{\omega} \sin \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{5}{8} T = \frac{v_1}{\omega} \cdot \sin \frac{5}{4} \pi = -\frac{v_1}{\omega} \sin \frac{\pi}{4} =$

$$= -\frac{v_1}{\omega} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = -v_0 \frac{2m}{M+m} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = -\frac{v_0 m \sqrt{M} \cdot \sqrt{2}}{(M+m) \sqrt{k}} \cdot \sqrt{11} \cdot k \cdot M \text{ тогда } m_2$$

по их координатам будут равны $\Rightarrow -\frac{v_0 m \sqrt{M} \cdot \sqrt{2}}{(M+m) \sqrt{k}} = -v_0 \frac{M-m}{M+m} \cdot \frac{5}{4} \pi \sqrt{\frac{M}{k}}$

$$m\sqrt{2} = (M-m) \frac{5}{4} \pi \Rightarrow \frac{4\sqrt{2}m}{5\pi} + m = M \Rightarrow m \left(\frac{4\sqrt{2} + 5\pi}{5\pi} \right) = M \Rightarrow m = \frac{M}{\frac{4\sqrt{2} + 5\pi}{5\pi}}$$

Косинус называют гармоническим, если колеблющиеся величины (скорость, координата, заряд и т.д.) зависят от времени по закону синуса или косинуса. см. предыдущий лист.