



0 378086 250009

37-80-86-25
(64.26)



15³⁰ 15⁴⁰ Садко

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

Вариант 1

Место проведения _____ город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике профиль олимпиады

Чистовой Екатерина Дмитриевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

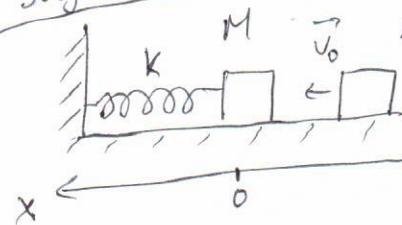
Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Чистовик.

1. Задача:



Из закона сохранения энергии:

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{M v_0^2}{2} + \frac{m v_u^2}{2}$$

1) Из закона сохранения импульса $M \vec{v}_0 = M \vec{v}_0 + m \vec{v}_u$

$$Ox: M v_0 = M v_0 - m v_u \quad (1)$$

$$m(v_0 + v_u) = M v_0 \quad (2)$$

$$m v_0^2 - M v_0^2 = M v_0^2$$

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

Поделим (2) на (1): $v_0 - v_u = v_d$

$$v_0 = v_u + v_d$$

~~$$2) \text{ период } T_{\text{когд}} = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$~~

$$x(t) = A \cdot \sin(\omega t)$$

~~$$\frac{3g \cdot 1 - kA \cos \omega t}{2} = \frac{M v_0^2}{2} \quad (\text{из закона сохр. энергии})$$~~

~~$$\text{координата } A = v_0 \sqrt{\frac{M}{K}}$$~~

$$\rightarrow x\left(\frac{7}{12}T\right) = v_0 \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{K}{M}} \cdot \frac{7}{12} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}}\right) =$$

$$= v_0 \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \sin\left(\frac{7\pi}{6}\right) = -v_0 \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \frac{1}{2} = -\frac{v_0}{2} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

3) При этом малый брускок окажется через

 $\frac{7}{12}T$ в точке:

$$x_1 = -v_u \cdot \frac{7\pi}{6} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$4) -v_u \cdot \frac{7\pi}{6} \sqrt{\frac{M}{K}} = -\frac{v_d}{2} \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$v_u \cdot \frac{7\pi}{3} = v_d \quad \frac{v_u}{v_d} = \frac{3}{7\pi}$$

5) Подставим результат в (1)

$$m(2v_u + v_d) = M v_d \quad n = \frac{M}{m} = \frac{2v_u}{v_d} + 1$$

$$n = \frac{6}{7\pi} + 1 = \frac{7\pi + 6}{7\pi} \approx 1,27$$

$$\begin{pmatrix} 3,14 \\ 7 \\ 21,98 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 3,14 \\ 7 \\ 21,98 \\ 30 \\ 22 \\ 16 \\ 11 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 15 \end{pmatrix}$$

Ответ: $n = \frac{7\pi + 6}{7\pi}; n \approx 1,27$

2

1. Вопрос: 1) $\vec{p} = m\vec{v}$, где \vec{v} -скорость, m -масса, \vec{p} -импульс. $[p] = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}$.

- 2) Импульсом системы называют сумму импульсов всех ^{мат.} точек этой системы. $\vec{P}_{\text{системы}} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n$
- 3) $\vec{F}_{\Delta t} = \Delta \vec{p}$

Закон сохранения импульса:

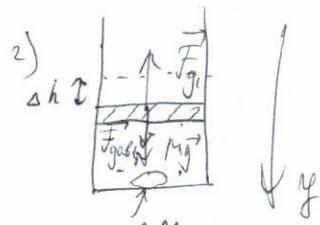
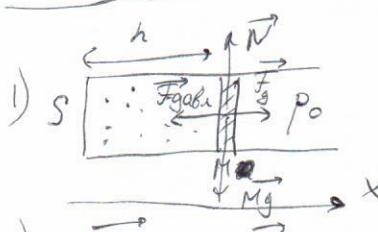
Импульс системы сохраняется, если:

- 1) система замкнута;
- 2) время воздействия внешних сил мало (быстро, длительно);
- 3) проекция импульса на какую-то ось сохраняется, если проекции внешних сил на эту ось равны 0.

2
10

Чистовик.

2. Задача:



$$1) \vec{F}_{\text{gabe}} + \vec{F}_g + Mg + \vec{N} = \vec{0} \quad (\text{по втор. закону Ньютона}) \quad (+)$$

$$Ox: F_g = F_{\text{gabe}}$$

$$F_{\text{gabe}} = p_0 \cdot S$$

$$F_g = p_{\text{вн.б.}} \cdot S$$

$$\Rightarrow p_0 = p_{\text{вн.б.}}$$

а же давление верхнего наименшего пара?

$$2) \vec{F}_{\text{gabe}}, + Mg + \vec{F}_{g1} = \vec{0} \quad (\text{по втор. закону Ньютона})$$

$$Oy: F_{\text{gabe}}, + Mg = F_{g1}$$

$$F_{\text{gabe}}, = p_0 \cdot S$$

$$F_{g1} = p_{\text{вн.б.2}} \cdot S$$

$$p_0 + \frac{Mg}{S} = p_{\text{вн.б.2}}$$

3) Во втором случае водяной пар насыщенный:

$$\text{а } t = 100^\circ\text{C} \Rightarrow p_{\text{вн.2}} = 10^5 \text{ Па} = p_0, \cancel{\text{такое}}$$

По закону Дальтона: $p_{\text{вн.б.1}} = p_{\text{б.1}} + p_{\text{вн.1}} \quad (1)$

$$p_{\text{вн.б.2}} = p_{\text{б.2}} + p_{\text{вн.2}}$$

$$\Rightarrow p_0 + \frac{Mg}{S} = p_{\text{б.2}} + p_{\text{вн.2}} \rightarrow \frac{Mg}{S} = p_{\text{б.2}}$$

4) По закону Менделеева - Кап.

$$\text{по } p_{\text{б.1}} \cdot V_1 = \rho RT \quad \Rightarrow \quad p_{\text{б.1}} = \frac{p_{\text{б.2}} V_1}{V_1} = \\ p_{\text{б.2}} \cdot V_2 = \rho RT \quad \Rightarrow \quad p_{\text{б.2}} = \frac{Mg}{S} \cdot \frac{S \cdot (h - \Delta h)}{S \cdot h} = \\ = \frac{Mg (h - \Delta h)}{Sh}$$

$$5) \text{ Из } (1) \quad p_{\text{вн.1}} = p_{\text{вн.б.1}} - p_{\text{б.1}} = p_0 - \frac{Mg (h - \Delta h)}{Sh}$$

$$6) \text{ Из ур-ия Менделеева - Кап. :} \quad p_{\text{вн.1}} V_1 = \frac{m}{\mu} RT \quad p_{\text{вн.2}} V_2 = \frac{m - \Delta M}{\mu} RT \quad \Rightarrow$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

4. Вопрос:

Чистовик.

$$1) \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \text{ где}$$

F - фокусное расстояние ($+\frac{1}{F}$ - линза собирающая
 $-\frac{1}{F}$ - линза рассеивающая)

d - расстояние от линзы до предмета

($+\frac{1}{d}$ - предмет реальный действительное
 $-\frac{1}{d}$ - предмет ирреальный)

f - расстояние от линзы до изображения

($+\frac{1}{f}$ - изображение действительное
 $-\frac{1}{f}$ - изображение ирреальное)

$$2) \Gamma = \frac{h'}{h}$$

Увеличение

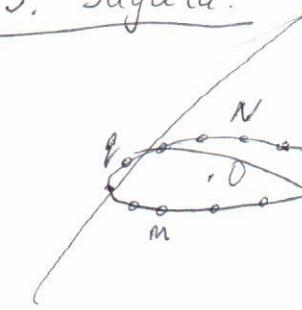
$$\Gamma = \frac{f}{d}$$

символика!

108

3. Задача:

Чистовик.



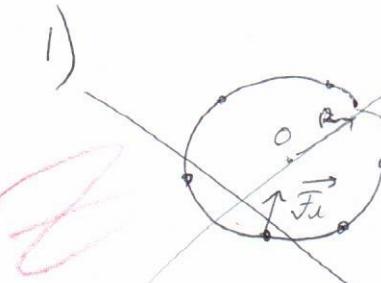
$$N = 100$$

$$q = 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$B_0 = 100 \text{ Тл}$$

$$m = 10 \text{ мкг} = 10^{-5} \text{ кг}$$

$$n = ?$$



~~М.к. Заряды движутся по круговым~~
~~пог действием вихревого закона,~~
~~то на них начинает~~
~~действовать сила кориолиса, направляемая~~
~~к центру колеса (от B, которое было создано)~~

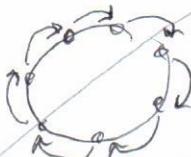
~~$B = B_0$, тогда $a = \frac{v^2}{R}$ (1)~~

~~$ma = F_c \quad (\text{по второму закону Ньютона})$~~

~~$ma = qvB \quad a = \frac{qvB}{m}$ (2)~~

~~Из (1) и (2) $\frac{qvB}{m} = \frac{v^2}{R} \quad v = \frac{qBR}{m}$~~

~~2) n - максимально, если за t время между каждыми бусинками поворачиваются так, что это место соединяется, т.е. они проходят расстояние:~~



~~$2\pi R$~~

~~$t = \frac{2\pi R}{Nv} = \frac{2\pi R}{NV} = \frac{2\pi Rm}{NqBR} = \frac{2\pi m}{NqB}$~~

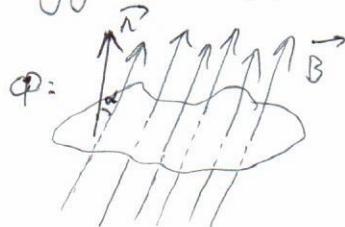
~~$n = \frac{1 \text{ кагр.}}{t} = \frac{NqB \cdot 1 \text{ кагр.}}{2\pi m}$~~

~~$n \approx 16 \frac{\text{кагр.}}{\text{с}}$~~

~~Ответ: $n = \frac{NqB \cdot 1 \text{ кагр.}}{2\pi m}; 16 \frac{\text{кагр.}}{\text{с}}$~~

3. Вопросы:Чистовик

1) Магнитный поток - количество линий магн. индукции, пронизывающих замкнутый контур.



$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

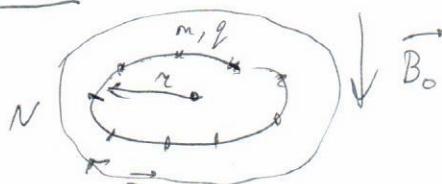
$$[\Phi] = 1 \text{ В} \cdot \text{м}^2$$

B -?
 S -?

2) При изменении магнитного потока через замкнутый контур возникает вихревое поле, направленное на компенсацию изменения Φ , в результате этого в проводнике возникает ЭДС, т.к. на заряды действует

Фл. поле. $|\mathcal{E}| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$, при этом она?

направлена так, чтобы компенсировать изменение магнитного потока (правило Ленца).

3. Задача:

$$\begin{aligned} N &= 100 \\ m &= 10 \text{ м}^2 \\ q &= 10^{-7} \text{ Кл} \\ B_0 &= 100 \text{ Тл} \end{aligned}$$

1) П.к. $\Phi = B_0 \cdot S$, а $\Phi_2 = 0$, то возникает

$$|\mathcal{E}| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{B_0 S}{\Delta t} = \frac{B_0 \cdot \pi r^2}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{стор}}}{l} = \frac{F_{\text{стор}} \cdot 2\pi r}{q} = \frac{F_{\text{стор}} \cdot 2\pi r}{q} = \frac{B_0 \pi r^2}{\Delta t}$$

~~2~~ $\frac{2F_{\text{стор}}}{q} = \frac{B_0 r}{\Delta t}$, т.к. в качестве стороны силы ~~б~~ выступает $F_{\text{эл}}$ - сила эл. вихревого поля, то $F_{\text{эл}} = qE$, ~~но~~ значит

$$\frac{2qE}{q} = \frac{B_0 r}{\Delta t} \quad E = \frac{B_0 r}{2\Delta t}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

$$ma = qE \quad ma = F_{\text{эл}} \quad (\text{по втор. зак. Ньютона})$$

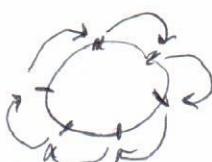
$$ma = qE$$

$$ma = \frac{qB_0 r}{2\Delta t} \quad 2m(a_{\text{ст}}t) = qB_0 r \quad 2mv = qB_0 r$$

$$v = \frac{qB_0 r}{2m}$$

2) n -максимально, если количество за t -брейк
между двумя кадрами, поворачивается таким образом
таким образом

т.е. за t проходит расстояние
 $s = \frac{2\pi r}{N} \Rightarrow$



$$\Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{2\pi r \cdot 2m}{N \cdot qB_0 r} = \frac{4\pi m}{NqB_0}$$

$$\text{Значит } n = \frac{1 \text{ кадр}}{t} = \frac{NqB_0 \cdot 1 \text{ кадр}}{4\pi m}$$

$$n \approx 8 \frac{\text{кадр.}}{\text{с}}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } n = \frac{NqB_0 \cdot 1 \text{ кадр}}{4\pi m}; \quad 8 \frac{\text{кадр.}}{\text{с}}}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновые.

~~длгое~~

$$ma = kx$$

$$ma - kx = 0$$

$$a - \frac{k}{m}x = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

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

$$- 1,0000 / 8300 \\ 8300 / 0,0001$$

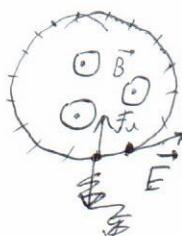
$$ma = \frac{mv^2}{R}$$

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$F = qE$$

$$- 25 \quad | \quad 3,14$$

100



BB

$$\epsilon = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$- 50,0 \quad | \quad 3,14 \\ - 31,4 \quad | \quad 16 \\ \underline{-} 18,6$$

$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$qvB = ma$$

$$qvB = \frac{mv^2}{R}$$

$$V = \frac{Bmg}{2m}$$

$$f = \frac{2\pi R}{100V} = \frac{2\pi Rm}{100qBR} = \frac{qBR}{m} = V$$

$$t = \frac{2\pi r}{VN} = \frac{2\pi R \cdot 2m}{BqNq}$$

$$= \frac{2\pi m}{100qB}$$

$$\tau = \frac{1}{f} = \frac{100qB}{2\pi m}$$

$$\epsilon = \frac{B \cdot S}{\Delta t} \quad t = \frac{4\pi m}{qBN}$$

$$n = \frac{\text{кадр}}{c}$$

$$ma = qE$$

~~но~~
$$ma = \frac{Bqg}{2at}$$

$$mv = \frac{Bqg}{2}$$

~~х~~
$$qE \cdot 2\pi r = \frac{B \cdot 4\pi r^2}{\Delta t}$$

$$E = \frac{B\gamma}{2at}$$