

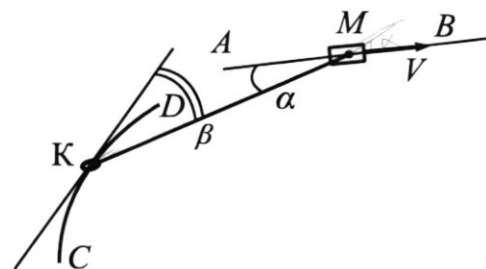
Олимпиада «Физтех» по физике, с

Вариант 11-01

Класс 11

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Муфту M двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей AB (см. рис.). Кольцо K массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 4/5$) с направлением движения кольца.



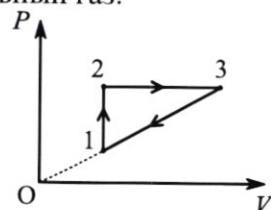
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления P от объема V (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.

2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время T вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы $\frac{q}{m} = \gamma$.

1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.

2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.

3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

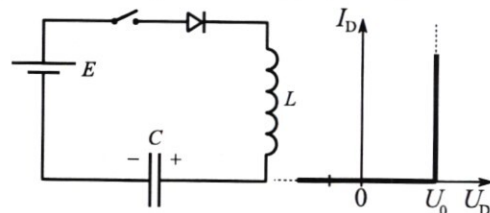
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.

2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.

3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

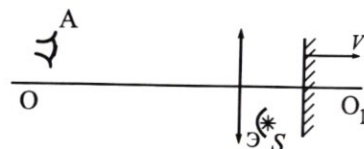


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана $\mathcal{E}$, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии $F/2$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии F от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель A сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

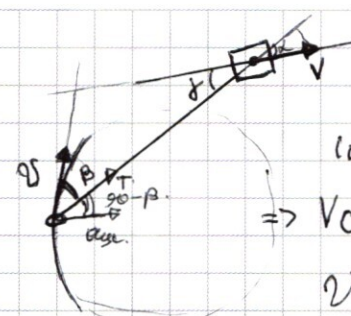
3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1₀

Дано
 $V = 68 \text{ м/с}$
 $R = 1,9 \text{ м}$
 $l = \frac{5R}{3}$



$\Rightarrow V \cos \alpha = v \cos \beta$ $v = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{14 \cdot 4}$
 $v = 25 \text{ м/с}$ (скорость камня)

относительная скорость:
 $v_{\text{отн}}^2 = v^2 + V^2 - 2vV \cos(\alpha + \beta)$
 $\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta$
 $\cos(\alpha + \beta) = \frac{15}{14} \cdot \frac{4}{5} - \frac{8}{14} \cdot \frac{3}{5} = \frac{36}{14 \cdot 5}$
 $v_{\text{отн}}^2 = 4624 + 5625 - 2 \cdot 36 \cdot 15 \cdot 4 = 10249 - 4320 = 5929$
 $v_{\text{отн}} = \sqrt{5929} = 77 \text{ м/с}$

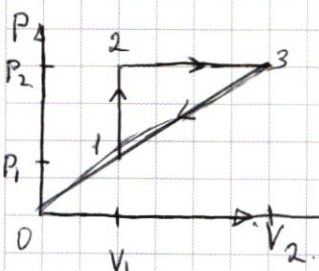
$\sin \alpha = \frac{\sqrt{289 - 225}}{14} = \frac{8}{14}$
 $\sin \beta = \frac{3}{5}$

$T \sin \beta = a_{\text{цс}} m$ $T = \frac{a_{\text{цс}} m}{\sin \beta} = \frac{v^2 m}{\sin^2 \beta R} = \frac{(0,25^2 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3})}{3 \cdot 1,9} = \frac{0,5625 \cdot 0,1}{3 \cdot 1,9} = 9,9 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$

Итого $v = 25 \text{ м/с}$ $v_{\text{отн}} = 77 \text{ м/с}$ $T = 9,9 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$

2₀

Дано



1) Температура увеличивается на протяжении:
 (1-2); (2-3) (т.к. $V \uparrow P \uparrow$)

$Q = A_T + \Delta U$
 $\Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}$ ($A_T = 0$ т.к. $V = \text{const}$)
 $C_{V12} = \frac{Q_{12}}{\Delta T_{12}} = \frac{3R}{2} = 1,5R$
 $\Rightarrow Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{23} + P_2(V_2 - V_1)$ $PV = \nu RT$
 $\Rightarrow Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{23}$ $C_{V23} = \frac{Q_{23}}{\Delta T_{23}} = \frac{5}{2} R$

$\eta_{\text{max}} = ?$ $\eta = ?$

$$\frac{C_{V1-2}}{C_{V23}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{5} = \frac{3}{5} = 0,6$$

2). изобарный процесс $P = \text{const} \Rightarrow$ процесс $2 \rightarrow 3$.

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \quad \Delta U_{23} = \nu R \frac{3}{2} (T_3 - T_2) \quad A_{23} = P_2 (V_2 - V_1) = \nu R (T_3 - T_2)$$

$$\Rightarrow Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) \Rightarrow \eta = \frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2)}{2 \nu R (T_3 - T_2)} = \frac{5}{2} = 2,5$$

3) $\eta = \frac{A_{\text{ц}}}{A_{\text{н}}}$ (подогреватель)

$$A_{\text{ц}} = (P_2 - P_1)(V_2 - V_1) \cdot \frac{1}{2} \text{ (площадь перегра)}$$

$$Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} (P_2 - P_1) V_1 + \frac{5}{2} (V_2 P_2 - P_2 V_1) = \frac{3}{2} P_2 V_1 - \frac{3}{2} P_1 V_1 + \frac{5}{2} V_2 P_2 - \frac{5}{2} P_2 V_1$$

$$= \frac{5}{2} V_2 P_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1 - P_2 V_1 \quad (\text{так получаем тем только в процессах } 1-2; 2-3)$$

точки 1 и 3 лежат на прямой из центра координат $\Rightarrow$

$$P_1 = \alpha V_1 \quad P_2 = \alpha V_2 \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \quad P_2 V_1 = P_1 V_2$$

$$\Rightarrow A_{\text{ц}} = (P_2 V_2 + P_1 V_1 - P_1 V_2 - P_2 V_1) \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{P_2 V_2 + P_1 V_1 - 2 P_1 V_2}{5 P_2 V_2 - 3 P_1 V_1 - 2 P_1 V_2} \quad \text{пусть } \frac{P_2}{P_1} = \beta = \frac{V_2}{V_1} \quad \beta > 1$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\beta^2 P_1 V_1 + P_1 V_1 - 2 \beta P_1 V_1}{5 \beta^2 P_1 V_1 - 3 P_1 V_1 - 2 \beta P_1 V_1} = \frac{\beta^2 - 2\beta + 1}{5\beta^2 - 2\beta - 3}$$

$$\eta' = 0 = \frac{(2\beta - 2)(5\beta^2 - 2\beta - 3) - (5\beta^2 - 2\beta - 3)(\beta^2 - 2\beta + 1)}{(5\beta^2 - 2\beta - 3)^2} = \frac{2(\beta - 1)(5\beta^2 - 2\beta - 3 - \beta^2 + 6\beta - 1)}{(5\beta^2 - 2\beta - 3)^2}$$

$$(\beta - 1)(5\beta^2 - 2\beta - 3) = (5\beta - 1)(\beta^2 - 2\beta + 1) = (5\beta - 1)(\beta - 1)^2$$

$$\beta - 1 = 0 \Rightarrow 5\beta^2 - 2\beta - 3 = 5\beta^2 - 13 + 5\beta + 1$$

$$P_1 = \alpha V_1 \\ P_2 = \alpha V_2$$

$\beta = 1 \Rightarrow \beta \neq 1$
(не логично)

$$4\beta = 4$$

$$\eta = \frac{\alpha V_2^2 + \alpha V_1^2 - 2\alpha V_2 V_1}{\alpha V_2^2 5 - 3\alpha V_1^2 - 2\alpha V_1 V_2} = \frac{(V_2 - V_1)^2}{5V_2^2 - 3V_1^2 - 2V_1 V_2}$$

$$\text{Итого } \frac{C_{V1-2}}{C_{V23}} = 0,6 ; \quad \frac{Q_{1-2}}{Q_{2-3}} = 2,5 ;$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.

Дано

$S; d$

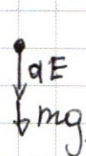
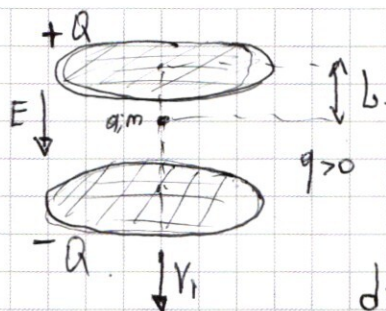
$L = 0,25 d$

$T; \frac{q}{m} = \gamma$

$v_1 - ?$

$Q - ?$

$v_2 - ?$



$$ma = qE + mg$$

$$a = \frac{q}{m} E + g = \gamma E + g$$

ускорение колебаний

$$d - L = \frac{v_1^2}{2a}$$

$$v_1 = aT \quad a = \frac{v_1}{T}$$

$$d - L = \frac{v_1^2}{2a} T$$

$$v_1 = \frac{2(d - L)}{T} = \frac{0,75 d \cdot 2}{T} = \frac{1,5 d}{T}$$

$$a = \frac{1,5 d}{T^2} = \gamma E + g$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \quad (\text{поле конденсатора})$$

$$\epsilon = 1$$

$$a = \frac{\gamma Q}{\epsilon_0 S} + g$$

$$Q = \left(\frac{1,5 d}{T^2} - g \right) \frac{\epsilon_0 S}{\gamma} = \frac{1,5 d \epsilon_0 S}{T^2 \gamma}$$

3) при такой постановке задачи в обход

можно считать что они создают бесконечное однородное поле (E каждой) и когда частица вылетает за пределы конденсатора результирующее поле 0 ($E_+ + E_- \Rightarrow E = 0$)

причем когда частица, отвечает на расстояние сравнимое с размерами пластинок. Их нельзя рассматривать как точечные.

поэтому уравнение энергии:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{kqQ}{R} + \frac{kqQ}{R+d} = \frac{mv_2^2}{2}$$

Заряды сетки как заряды.

расстояние $R \approx \sqrt{S}$

$$\Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} + \frac{kqQd}{R(R+d)} = \frac{mv_2^2}{2}$$

R сравнимо с размерами пластинок.

$$v_2^2 = v_1^2 + \frac{2k\gamma Qd}{R(R+d)} = v_1^2 + \frac{3k d^2 \epsilon_0 S}{\sqrt{S}(\sqrt{S}+d)T^2} = v_1^2 + \frac{3k d^2 \epsilon_0 \sqrt{S}}{(\sqrt{S}+d)T^2} = \frac{1,5^2 d^2}{T^2} + \frac{3k d^2 \epsilon_0 \sqrt{S}}{(\sqrt{S}+d)T^2}$$

$$\Rightarrow \text{ищем } v_1 = \frac{1,5 d}{T} \quad Q = \frac{1,5 d \epsilon_0 S}{T^2 \gamma} \quad \sqrt{v_1^2 + \frac{3k d^2 \epsilon_0 \sqrt{S}}{(\sqrt{S}+d)T^2}}$$

$$v_2 = \frac{d}{T} \sqrt{1,5^2 + \frac{3k \epsilon_0 \sqrt{S}}{(\sqrt{S}+d)}}$$

$$\text{т.к. } d \ll \sqrt{S} \Rightarrow v_2 = \frac{d}{T} \sqrt{1,5^2 + 3k \epsilon_0}$$

40.

Дано.

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$E = 9 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

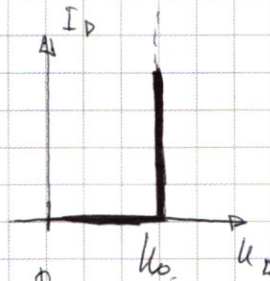
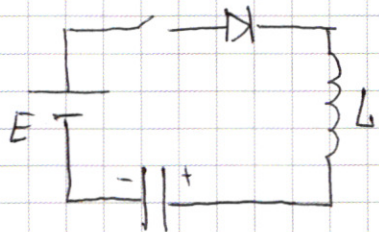
$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = ?$$

$$I_{\text{max}} = ?$$

$$U_2 = ?$$

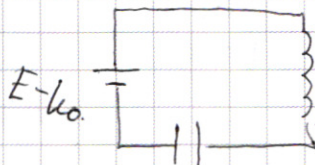


$\frac{\Delta I}{\Delta t}$ - скорость тока
 $\Rightarrow$ в момент качения.

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{E - U_k}{L}$$

при этом напряжение U_0 не дает течь току в обратную сторону

$$\Rightarrow E = E - U_0 = 8 \text{ В}$$



$$E = E_i + U_k = \frac{\Delta I \cdot L}{\Delta t} + \frac{q}{C} \Rightarrow \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{8 - 5}{0,1} = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$q' = I \Rightarrow E = I^s L + \frac{q}{C} = q^{ss} L + \frac{q}{C}$$

$$q^{ss} = -\frac{q}{LC} + \frac{E}{L} = -\frac{1}{LC} (q - EC)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$$

$$y = q - EC \Rightarrow y^{ss} = q^{ss} \Rightarrow y^{ss} = -\frac{1}{LC} y \quad (\text{уравнение колебаний})$$

можно записать уравнение

$$y = y_{\text{max}} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\Rightarrow q = q_{\text{max}} \cos(\omega t + \varphi) + EC \quad \text{при } t = 0 \quad q = U_1 C = q_{\text{max}}$$

(так как в этот момент $I = 0$)

$$q = (q_{\text{max}} - EC) \cos(\omega t) + EC$$

$$I = q' \quad I = -(q_{\text{max}} - EC) \omega \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow I_{\text{max}} = (q_{\text{max}} - EC) \omega$$

$$I_{\text{max}} = (EC - q_{\text{max}}) \omega =$$

$$= 3 \cdot 40 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{40 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1} = \frac{3 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 10^{-3}} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ А} = 0,06 \text{ А}$$

максимальный ток.

Когда ток достигнет максимума, когда колебания прекратятся, так как диод не пропускает ток в обратную сторону $\Rightarrow$ напряжение достигнет максимума. конденсатором в этот момент перестанет меняться.

$$\Rightarrow \text{в этот момент } \sin \omega t = 1 \quad \cos \omega t = 0 \Rightarrow q = EC$$

$$\Rightarrow \text{напряжение на конденсаторе } U_2 = E = E - U_0 = 8 \text{ В}$$

$$\text{Ответ } \frac{\Delta I}{\Delta t} = 30 \text{ А/с} \quad I_{\text{max}} = 0,06 \text{ А} \quad U_2 = 8 \text{ В}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

50

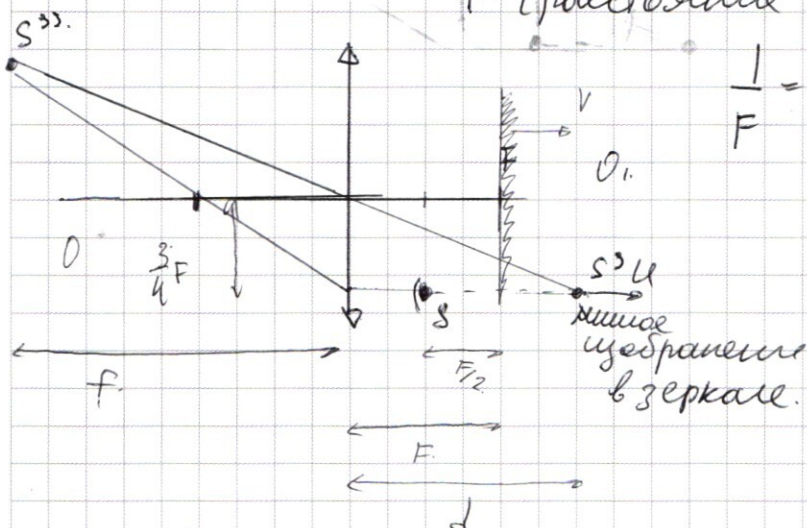
Решение

$$d = \frac{3}{2}F \text{ (расстояние от линзы до зеркала)}$$

f - расстояние от линзы до изображения.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{F} - \frac{2}{3F} = \frac{1}{3F}$$

$f = 3F$ на этом расстоянии
изображение будет
удвоено.



S^s - движется в от линзы параллельно оптической ос. скоростью $u = 2V$.

нужно найти α

$$\tan \alpha = \frac{OC}{F} \quad OC = \frac{3}{4}F \text{ (по теореме)}$$

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{3}{4} \quad \alpha = \arctan \frac{3}{4}$$

$$DC = F = 3F$$

$$AB - \text{пройденное расстояние за секунду} \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{\frac{3}{2}F + AB} + \frac{1}{AC} \quad AC = \frac{3F \cdot AB - F}{F(\frac{3}{2}F + 2V)}$$

$$AB = 2V \cdot 1c$$

$$\frac{1}{AC} = \frac{F + 2AB}{F(3F + 4V)}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{AC} = \frac{3F + 4V}{F(3F + 4V)}$$

$$\frac{A^s D}{DC} = \tan \alpha = \frac{3}{4}$$

$$A^s D = \frac{3F \cdot 3}{4} = \frac{9F}{4}$$

$$B^s H = AC \tan \alpha = \frac{3F(3F + 4V)}{4F(3F + 4V)} \cdot \frac{3}{4} = \frac{9F}{16}$$

$$\Rightarrow (A^s B)^2 = (B^s H + A^s D)^2 + DH^2$$

$$A^s D - B^s H = \frac{9F}{4} - \frac{9F}{16} = \frac{9F}{16} = \frac{3F}{4} \left(\frac{3F + 4 \cdot 2V - 3F - 4V}{F + 4V} \right) = \frac{3F \cdot 2V}{F + 4V}$$

$$DU = DC - UC = 3F - \frac{F(3F+4V)}{F+4V} = F \left(\frac{3F+12V-3F-4V}{F+4V} \right) = \frac{8VF}{F+4V}$$

$$(AB)^2 = \frac{36V^2F^2 + 64V^2F^2}{(F+4V)^2} = \frac{100V^2F^2}{(F+4V)^2} \Rightarrow AB = \frac{10VF}{F+4V}$$

$$\Rightarrow U = \frac{10VF}{F+4V} \text{ м/с.}$$

Пример 1) $f = 3F$; 2) $\alpha = \arctg \frac{3}{4}$; 3) $U = \frac{10VF}{F+4V} \text{ м/с.}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Eg + \frac{Uv^2}{2} = U I_{max} + \frac{I_{max}^2 L}{2} + \frac{Uv^2}{2} \Rightarrow \frac{6}{6+9}$$

$$q = y_{\max} \cos(\omega t + \phi_0) + \epsilon C$$

Handwritten mathematical derivations and diagrams for a physics problem.

Top Diagram: A diagram showing a particle in a magnetic field. The particle is represented by a circle with a dot, indicating it is moving out of the page. A velocity vector v is shown pointing upwards. A magnetic field vector B is shown pointing to the right. A force vector F is shown pointing downwards. The particle is labeled with q and U_k .

Equations:

$$E_g + \frac{U_k^2}{2} = U I_{max} + \frac{I_{max}^2 L}{2} + \frac{U_k^2}{2}$$

$$(2B-2)(5B^2-2B-3) - (10B-2)(B^2-2B-3)$$

$$\frac{B^2-2B+1}{5B^2-2B-3}$$

Bottom Diagram: A diagram showing a particle in a magnetic field. The particle is represented by a circle with a dot, indicating it is moving out of the page. A velocity vector v is shown pointing upwards. A magnetic field vector B is shown pointing to the right. A force vector F is shown pointing downwards. The particle is labeled with q and U_k .

Equations:

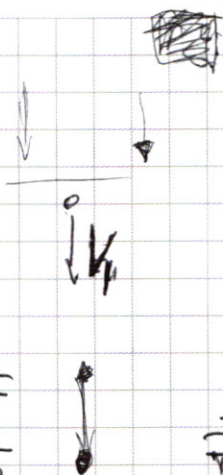
$$B = \frac{2 \pm 8}{4 \pm 60 = 64}$$

$$v = \frac{2 \pm 8}{4 \pm 60 = 64}$$

$$(5\beta - 1)(\beta - 1)$$

$$5\beta^2 - \beta - 1 - 5\beta$$

$$5\beta^2 - 6\beta - 1$$



$$D_H = \frac{3F(F+V)}{4(F+V)}$$

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{R+d} = \frac{R+d-R}{R(R+d)}$$



0.8



$$3F - 4C = 3F$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \left(\frac{q_1 q_2 k}{R} \right) = \frac{q_1 q_2 k}{(R+d)} - \frac{m v_2^2}{2}$$



$$y = y_{\max} \cos(\omega t + \phi_0) + \delta L C$$

$$y_0 = 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$2 \cdot 10^{-4} = y_{\max} \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$y = y_{\max} \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$\Rightarrow y = y_{\max}$$

$$t=0$$

$$DC - 4C = 3F$$

$$y = y_0 - \delta L C$$

$$y_{ss} = -\frac{1}{LC} y$$

$$I_{\max} \Rightarrow I = 0$$

$$I = I_{\max} \cos(\omega t)$$

$$I = 1$$

$$F = 9$$

$$q_{ss} = -\frac{1}{LC} q + 18 - \frac{1}{LC} (q - 8LC)$$

$$F - U_0 = L I^2 + \frac{q}{C}$$



$$I' = I$$

$$I \cdot \Delta t = q$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$F = U_0 + E + U_k$$

$$F = U_0 + \frac{\Delta I}{\Delta t} + 5$$

$$30 = \frac{\Delta I}{\Delta t} + 5$$

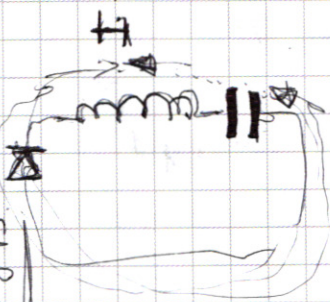
$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = 25$$

$$R_1 = 2V_1$$

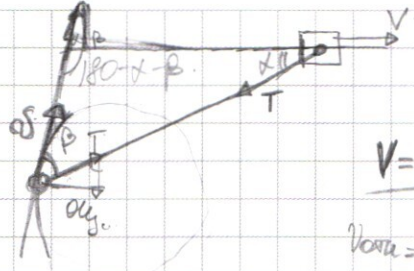
$$R_2 = 2V_2$$

$$U_2 = 2 \cdot 8 \text{ B}$$

$$I = 0$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. 

$\text{desc } m = T \sin \beta$
 $a_{\text{desc}} = \frac{m g^2}{2}$
 $T = \frac{m v^2}{2 \sin \beta}$

$V = v \cos(\alpha + \beta)$
 $v_{\text{max}} = v \sin(\alpha + \beta)$

2. $Q_1 = A + Q_2 \Rightarrow C_{V1} = \frac{Q_1}{dT_1}$

$Q_1 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ $C_{V1} = \frac{3}{2} R$ $\Rightarrow \frac{C_{V1}}{C_{V2}} = \frac{3}{2.5} = \frac{3}{5}$

$Q_2 = P(V_3 - V_2) + \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ $C_{V2} = \frac{5}{2} R$

2. $Q_2 = P \nu R \Delta T + \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T}{\nu R \Delta T} = \frac{5}{2}$

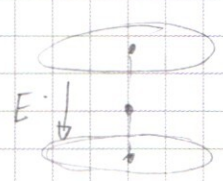
$\eta = \frac{A}{Q_1}$ $A = (P_2 - P_1)(V_3 - V_2) \frac{1}{2}$

$Q_1 = \frac{3}{2} \nu_1 (P_2 - P_1) + \frac{3}{2} P_2 (V_3 - V_2) + P_2 (V_3 - V_2)$

$P_1 = \alpha V_2$ $\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_3}$ $P_1 V_2 = P_2 V_1$ $V_1 = V_2$

$P_2 = \alpha V_3$

$2 Q_1 = 3 V_1 P_2 - 3 V_1 P_1 + 3 P_2 V_3 - 3 P_2 V_2 + P_2 V_3 - 2 P_2 V_2$
 $= 3 \frac{1}{2} P_2 - 3 \frac{1}{2} P_1$



$U = Ed$ $E = \frac{U}{d}$

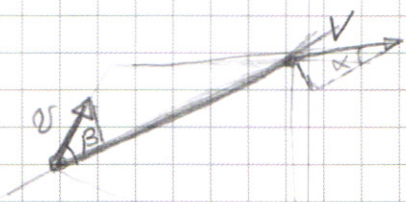
$U = \frac{q}{C}$ $Q = CV$ $\epsilon = \frac{U}{E}$

$E = \frac{q}{2 \epsilon_0 \epsilon S}$ $U = \frac{2 d q}{2 \epsilon_0 \epsilon S} = \frac{q}{C}$ $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$ $F = qE = ma$ $\omega = \frac{qE}{m}$

1845 / 1900

9345
9345

0, 18.45



$$V \cos \beta = V \cos \alpha$$

$$V = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$\begin{array}{r} 1.4 \\ 40 \times 46.24 \\ \hline 1864.8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2.45 \\ 395 \times 52.5 \\ \hline 20737.5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5625 \\ 10249 \\ 4320 \\ \hline 5929 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 68 = 14.4 \\ 2036 = 15.4 \\ 60.2.36 \\ 120.36 \\ \hline 4320 \end{array}$$

$$P_2 = \frac{P_1 V_2}{V_1}$$

$$\frac{P_1 V_1^2}{V_1} + P_1 V_1 - P_1 V_2$$

$$P_1 V_1 = P_1 V_2$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta = \frac{15.4}{17.5} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{12} =$$

$$\frac{60 - 24}{5 \cdot 12} = \frac{36}{5 \cdot 12}$$

$$\begin{array}{r} 1.4 \\ 119 \times 14 \\ \hline 1666 \end{array}$$

$$289 - 225 = 64$$

$$\begin{array}{r} 9345 \\ 26 \\ \hline 119 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 122 \\ 121 \\ \hline 65 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 80 \\ 46 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ 38 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ 95 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ 38 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ 114 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ 95 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ 38 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ 114 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ 95 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ 38 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$Q_A = (P_2 V_1 + P_1)(V_2 - V_1) + \frac{3}{2}(P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$= P_2 V_2 - P_2 V_1 + P_1 V_2 - P_1 V_1 + \frac{3}{2} P_2 V_2 - \frac{3}{2} P_1 V_1$$

$$Q_A = \frac{5}{2} P_2 V_2 - \frac{5}{2} P_1 V_1$$

$$\begin{array}{r} 30 + 24 \\ 54 \\ 60 + 54 \\ 114 \end{array}$$

$$\frac{P_2 V_2 + P_1 V_1 - 2 P_1 V_2}{5 P_2 V_2 - 3 P_1 V_1 - 2 P_2 V_1}$$

$$\frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{2}$$

$$\frac{3.45}{5} + \frac{6.8}{1.4} = 3.015 + 4.8 = 7.815$$

$$5 P_1 V_1 - 5 P_2 V_2 = 5 P_1 V_1 - 5 P_2 V_2 - P_1 V_1$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$