

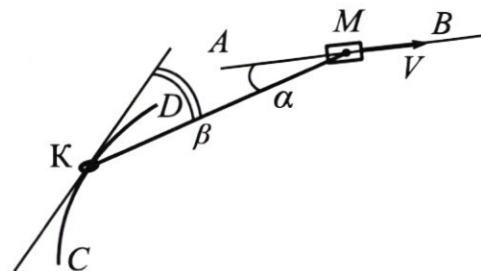
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

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

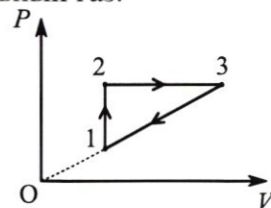
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной 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.



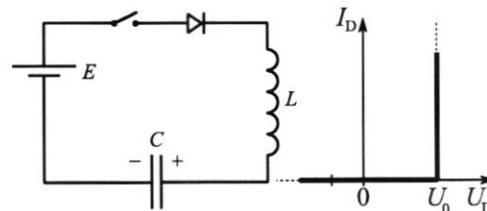
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица 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.

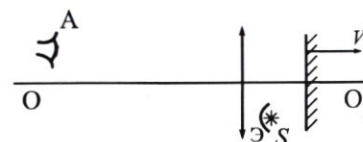
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

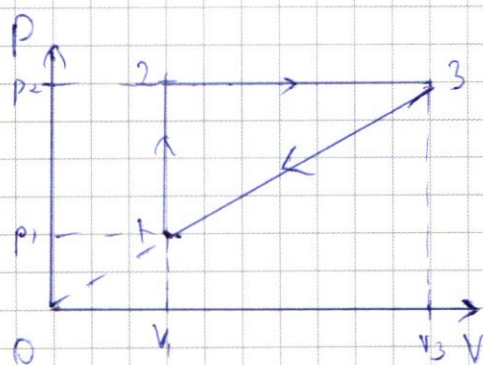


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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 А 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



~ 2

Из уравнения состояния:

$$PV = \nu RT$$

Значит на участках 1-2 и 2-3

температура повышается (при V увеличении при неизменном P и P, V увеличении), а на

участке 3-1 понижается (при V уменьшении).

Тогда найдём теплоты на этих участках:

$$Q_{1-2} = C_V - \text{т.н. изохора}$$

$$Q_{2-3} = C_P - \text{т.н. изобара}$$

Тогда:

$$\frac{Q_{2-3}}{Q_{1-2}} = \frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3} \quad \text{для данного газа}$$

Для изобарного процесса:

$$Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \Delta P \cdot V \quad \text{решая по}$$

изменению внутренней энергии

$$Q = \frac{5}{2}\nu R\Delta T \quad \text{используя уравнение состояния}$$

$$A = \nu R\Delta T$$

$$\frac{A}{Q} = \frac{\nu R\Delta T}{\frac{5}{2}\nu R\Delta T} = \frac{2}{5} \quad \text{для изобары}$$

$$\frac{Q}{A} = \frac{5}{2}$$

Найдём КПД такого цикла:

$$A = \frac{(P_2 - P_1)(V_3 - V_1)}{2} - \text{работа газа равномогутна по графику } P-V$$

Аналогично можно считать работу газа по участкам 1-2 и 2-3, а считать по участку 3-1

Тогда:

$$Q_+ = C_V \nu \Delta T_{1-2} + C_P \nu \Delta T_{2-3}$$

$$\Delta T_{1-2} = \frac{V_1 (P_2 - P_1)}{\nu R}$$

$$\Delta T_{2-3} = \frac{P_2 (V_3 - V_1)}{\nu R}$$

↓

$$Q_+ = \frac{3}{2} V_1 (P_2 - P_1) + \frac{5}{2} P_2 (V_3 - V_1)$$

Тогда так как 3-1 процесс происходит при постоянной температуре, то:

$$P_2 = K V_3$$

$$P_1 = K V_1$$

$$Q_+ = (V_3 - V_1) \left(\frac{3}{2} V_1 K + \frac{5}{2} P_2 \right)$$

↓

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{(P_2 - P_1)(V_3 - V_1)}{2(V_3 - V_1) \left(\frac{3}{2} V_1 K + \frac{5}{2} P_2 \right)} = \frac{K(V_3 - V_1)}{(3V_1 K + 5V_3 K)} = \frac{V_3 - V_1}{3V_1 + 5V_3}$$

Учитывая что $V_3 > V_1$, максимум этой функции достигается при $V_1 \rightarrow 0$, т.е. процесс будет изотермическим (при уменьшении V_1 температура не меняется, а энтропия уменьшается $\Rightarrow \eta$ растет)

Получим:

$$\boxed{\eta_{\max} = \frac{V_3}{5V_3} = \frac{1}{5}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3



Напряженность поля внутри конденсатора:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

Тогда сила, действующая на положительный заряд q :

$$F = E \cdot q = \frac{Qq}{\epsilon_0 S} \text{ и направлена в сторону отриц. обкладки}$$

Из второго з-на Ньютона:

$$ma = F$$

↓

$$a = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \gamma \Rightarrow \text{ускорение частицы}$$

Тогда время полета частицы до отриц. обкладки:

$$0,75d = \frac{aT^2}{2}$$

$$Q = \frac{1,5d \epsilon_0 S}{2T^2} \quad \text{— заряд на отриц. обкладке конденсатора}$$

Из закона сохранения энергии:

$$E \cdot 0,75d \cdot q = m \frac{v_1^2}{2}$$

работа электр. поля в конденсаторе

$$v_1 = \sqrt{1,5d E \cdot \gamma} = \sqrt{\frac{1,5d Q^2}{T^2}}$$

$$v_1 = \frac{1,5d}{T}$$

Напряжение на отрицательной обкладке конденсатора

$$U = -E \cdot d = -\frac{Qd}{\epsilon_0 S} = -\frac{1,5d^2}{2T^2}$$

Суммарная энергия электрического поля в конденсаторе:

$$W = \underbrace{\frac{mV_1^2}{2}}_{\text{кинетич.}} - \underbrace{\frac{1,5d^2}{2T^2}}_{\text{потенциал.}} \cdot q = \frac{m(1,5d)^2}{2T^2} - \frac{1,5md^2}{T^2} = \frac{1,5md^2}{T^2} \left(\frac{1,5}{2} - 1 \right) = -\frac{1,5}{4} \cdot \frac{md^2}{T^2}$$

Полученная энергия электрического поля оказывается меньше 0, а значит она не может перейти во бесконечность.

~ 4

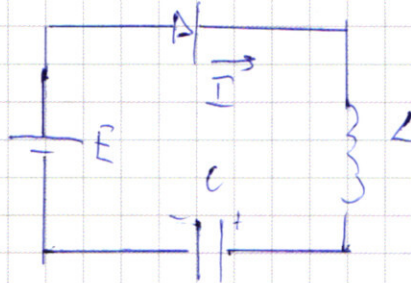
$$E = 30 \text{ В}$$

$$C = 40 \text{ мкФ}$$

$$U_1 = 5 \text{ В}$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$



Запишем второе правило Кирхгофа для электрического поля после замыкания ключа:

$$E = U_L + L \dot{I} + U_C$$

Т.к. ток в цепи есть, значит напряжение на дуге в конденсаторе меньше номинального до U_0 , а значит:

$$\dot{I}_0 = \frac{E - U_1 - U_0}{L}$$

$$\dot{I}_0 = 30 \frac{\text{А}}{\text{с}} - \text{скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа}$$

Максимальный ток будет достигаться в момент, когда $\dot{I} = 0$, т.е. функция тока достигнет экстремума. Тогда:

$$U_{C_2} = E - U_0 = 8 \text{ В}$$

Заряд на конденсаторе:

$$q_2 = C \cdot U_{C_2} = 320 \text{ мкКл}$$

$$q_1 = C \cdot U_1 = 200 \text{ мкКл} - \text{исходный заряд}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Тогда из закона сохранения энергии:

$$E \cdot \Delta q + \frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} + U_0 \int I dt$$

работа источника энергия конденсатора энергия магнитного поля работа на диоде

Имеем:

$$E \cdot (q_2 - q_1) + \frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} + \frac{LI_m^2}{2} + U_0 (q_2 - q_1)$$

$$I_m = \sqrt{\frac{2(q_2 - q_1)(E - U_0) + C(U_1^2 - U_2^2)}{L}} = \sqrt{\frac{(q_2 - q_1)(2E - 2U_0 - U_1 - U_2)}{L}}$$

$$I_m = \sqrt{\frac{2 \cdot 120 \text{ мкКл} \cdot 8 \text{ В} + 120 \text{ нКл} \cdot 13 \text{ В}}{0,1 \text{ Гн}}} = \sqrt{\frac{3 \text{ В} \cdot 120 \text{ мкКл}}{0,1 \text{ Гн}}} =$$

$$= \sqrt{3 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-2} \text{ А}^2} = 3 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ А} = \boxed{0,06 \text{ А}} - \text{конденсаторный ток в цепи}$$

т.к. ток в цепи может быть только при открытом ключе (т.е. $U_0 > U_0$), то конденсатор напряжён до конденсатора U_0 в установившемся режиме, когда ток цепи равен 0. Другой способ создать такое напряжение в «закрытой» цепи, которая после открытия

тока диод закрывается. Из закона сохранения энергии:

$$E \cdot (CU_2 - CU_1) + \frac{CU_1^2}{2} = \frac{CU_2^2}{2} + U_0 (CU_2 - CU_1)$$

работа источника энергия конденсатора работа на диоде

Имеем:

$$U_2^2 - 2U_2(E - U_0) + EU_1 - U_0U_1 - \frac{U_1^2}{2} = 0$$

$$U_2 = E - U_0 \pm \sqrt{(E - U_0)^2 + \frac{U_1^2}{2} + U_0U_1 - EU_1} = 8 \text{ В} \pm \sqrt{64 \text{ В}^2 + \frac{25 \text{ В}^2}{2} + 8 \text{ В}^2 - 45 \text{ В}^2} = 8 \text{ В} \pm \sqrt{36,5} \text{ В}$$

Корень с «-» не физичен, т.к. ток может быть направлен только на положительный заряд

⇒ напряжение будет увеличиваться

$$\boxed{U_2 = 14 \text{ В}}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Имеем:

$$\frac{q\alpha_2}{q\alpha_1} = \frac{C_0 - F}{C_0}$$

$$C_0 = \frac{q\alpha_1}{q\alpha_1 - q\alpha_2} F$$

$$C_0 = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{3}{4} - \frac{1}{2}} F = 3F$$
 — расстояние от плоскости линзы до изображения

$$x_0 = C_0 q\alpha_2 = \frac{3}{2} F$$

При движении зеркала вдоль оси OO_1 , луч 1 не изменит своего направления, а точка изображения будет двигаться вдоль этой оси под углом $\alpha_2 = \alpha_1 = \frac{3}{4}$ к оси OO_1 .

Сдвинем зеркало на некоторое расстояние Vdt и найдем, как изменится положение изображения. Пусть новый угол второго луча с плоскостью OO_1 равен α_3 . Тогда:

$$\frac{q\alpha_3}{q\alpha_2} = \frac{a'}{F + Vdt} = \frac{\frac{3}{4}F - a'}{\frac{F}{2} + Vdt}$$

$$a' \left(\frac{3}{2}F + 2Vdt \right) = \frac{3}{4}F(F + Vdt)$$

$$a' = \frac{\frac{3}{4}F(F + Vdt)}{\frac{3}{2}F + 2Vdt}$$

$$\alpha_3 = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{2}F + 2Vdt} = \frac{\frac{1}{2}}{1 + \frac{4}{3}\frac{Vdt}{F}}$$

Учитывая, что $\frac{Vdt}{F} \ll 1$, можем считать, что

$$\left(1 + \frac{Vdt}{F}\right)^2 \approx 1 + \frac{2Vdt}{F}$$

Тогда:

$$g_{\alpha 3} = \frac{1}{2} - \frac{2}{3} \frac{Vdt}{F}$$

Тогда тоже паразитное ℓ от мощности мыза го издререме:

$$\ell' = \frac{g_{\alpha 1}}{g_{\alpha 1} + g_{\alpha 3}} F = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{4} + \frac{2}{3} \frac{Vdt}{F}} \cdot F = \frac{3F}{1 + \frac{8}{3} \frac{Vdt}{F}} \approx 3F - 8Vdt$$

$$x' = (3F - 8Vdt) g_{\alpha 3} = (3F - 8Vdt) \left(\frac{1}{2} - \frac{2}{3} \frac{Vdt}{F} \right) = \frac{3}{2}F - 4Vdt - 2Vdt + \frac{16}{3} \frac{(Vdt)^2}{F}$$

$$x' = \frac{3}{2}F - 6Vdt$$

Тогда скорость издререме:

$$u = \frac{\sqrt{x_0^2 + \ell_0^2} - \sqrt{x'^2 + \ell'^2}}{dt}$$

Учтем:

$$u = \frac{\sqrt{x_0^2 + \ell_0^2} - \sqrt{(x_0 - 6Vdt)^2 + (\ell_0 - 8Vdt)^2}}{dt} = \frac{\sqrt{x_0^2 + \ell_0^2}}{dt} - \frac{\sqrt{x_0^2 + \ell_0^2} - 12Vdt x_0 - 16Vdt \ell_0}{dt}$$

$$u = \frac{\sqrt{x_0^2 + \ell_0^2}}{dt} - \frac{\sqrt{x_0^2 + \ell_0^2}}{dt} + \frac{6Vdt x_0 + 8Vdt \ell_0}{\sqrt{x_0^2 + \ell_0^2} \cdot dt}$$

$$u = \frac{V(6x_0 + 8\ell_0)}{\sqrt{x_0^2 + \ell_0^2}} = \frac{V(6 \cdot \frac{3}{2}F + 8 \cdot 3F)}{F \sqrt{(\frac{3}{2})^2 + 3^2}} = \frac{V(9 + 24)}{\frac{\sqrt{3^2 + 9^2}}{4}} = \frac{33 \cdot 2V}{\sqrt{45}} =$$

$$= \frac{66 \cdot \sqrt{45}}{45} V = \frac{22\sqrt{45}}{5} V$$

$$\boxed{\text{Order: } u = \frac{22\sqrt{45}}{5} V}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$V = G_3 \omega / C$$

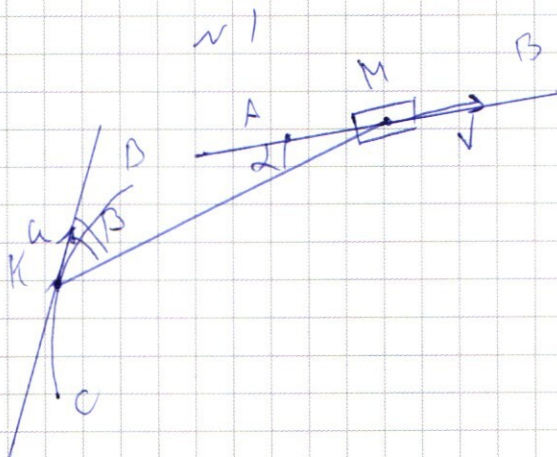
$$R = 1,9 \text{ m}$$

$$C = \frac{5}{3} R$$

$$m = 0, 1, 2$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

$$\cos \beta = \frac{5}{13}$$



Т.к. мурты и колбасы созданы майбю и майб ~~мэри~~. Не
исключается, что при этом спросом мурты и колбасы на майб
должны быть диктановы. Ответ:

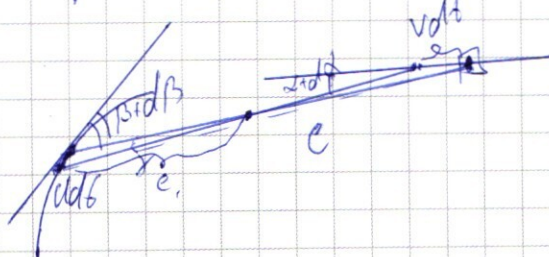
$$U \cos \alpha = U \cos \beta$$

21

$$u = v \cdot \frac{\frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = 68 \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} \text{ cm/s} = \frac{75}{68} \cdot 68 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 75 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$a = 75 \frac{\text{cm}}{\text{c}}$ - скорость ~~по~~ колебл

Рассмотрим попарные сечения через бревна d_i :



Заметим, что аксиоматика
мудрейшая вещь
по окружности радиусом R

T.h. $u \in f \ll e$, নয় সম:

$$e_1 \circ \sin f = \text{Id}_B$$

$$(e - e_1) \sin \gamma = V d t$$

$$e_i = \frac{u dt}{\sin \gamma}$$

$$l \sin \gamma = (v + u) dt$$

$$v_{\text{air}} = \frac{e \sin \gamma}{dt} = v + u - \text{скорость воздуха относительно мурфи}$$

$$v_{\text{air}} = 143 \text{ см/с}$$

Сила сопротивления мурфи при движении по поверхности воздуха:

$$m a = \hat{T} = m \frac{v_{\text{air}}^2}{r}$$

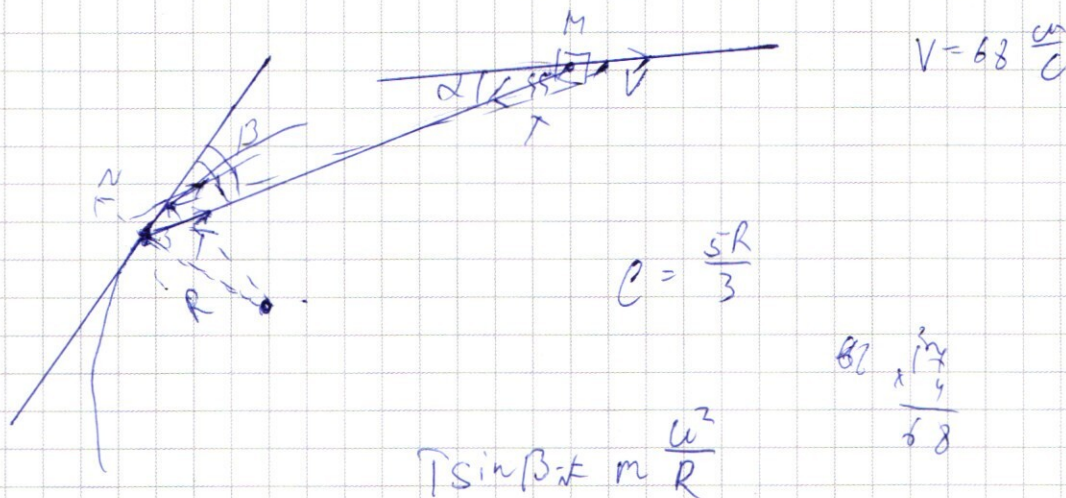
$$\hat{T} = 0,1 \cdot \frac{(143)^2}{\frac{5}{3} \cdot 1,9} \text{ Н} = \frac{0,1 \cdot 2,0449 \cdot 10^4}{5 \cdot 1,9} \text{ Н} \approx$$

$$\begin{array}{r} 143 \\ \times 1,9 \\ \hline 1287 \\ 1430 \\ \hline 2717 \end{array}$$

$$\approx \frac{2 \cdot 10^3}{5 \cdot 1,9} = \frac{2}{9,5} \text{ Н} \approx 0,21 \text{ Н}$$

$$\hat{T} \approx 0,21 \text{ Н}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

$$u = \frac{V \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{68 \cdot \frac{15}{4} \cdot 5}{4} = \frac{68 \cdot 15 \cdot 5}{4 \cdot 4} = \frac{4}{4} \cdot 15 \cdot 5 = 15 \cdot 5 = 75 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



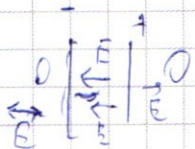
$$dV = 0$$

$$E =$$

$$Q = \frac{3}{2} V R T + 0$$

$$Q = \frac{3}{2} p V$$

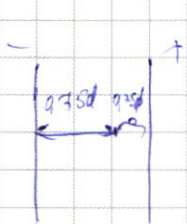
$$E_n = C v = \frac{3}{2} R$$



№3

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$U = \frac{Qd}{\epsilon_0 S} = U$$



$$E \cdot 0,45d = U$$

$$q \cdot U = m \frac{v^2}{2}$$

$$E = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\begin{array}{r} 1,143 \\ \times 1,43 \\ \hline 1,429 \\ 1,542 \\ \hline 2,0499 \end{array}$$

$$F = E \cdot q$$

$$ma = E \cdot q$$

$$a = E \cdot \gamma$$

$$\frac{aT^2}{2} = 0,45d$$

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

$$C = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{2}{4} - \frac{1}{4}} \cdot F = 3F$$

$$C = \frac{\gamma d_1}{\gamma d_1 - \gamma d_2} \cdot F$$

$$\gamma d_1 = \frac{X}{C - F}$$

$$\gamma d_2 = \frac{X}{C}$$

$$v = \sqrt{2\gamma E \cdot 0,45d}$$

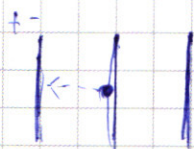
$$v_1 = \sqrt{\frac{(1,5d)^2}{T^2}} = \frac{1,5d}{T}$$

$$\frac{\gamma d_2}{\gamma d_1} = \frac{C - F}{C}$$

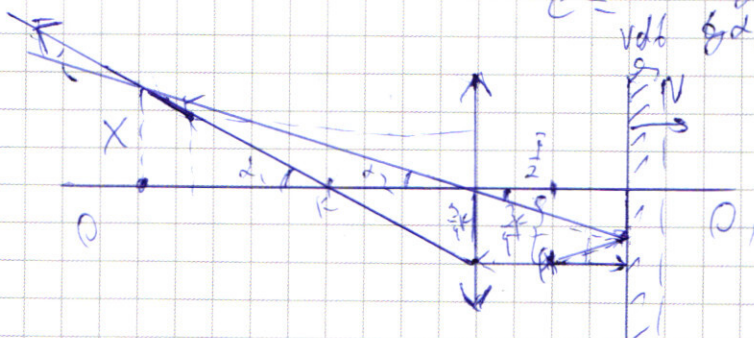
$$\frac{\gamma d_2}{\gamma d_1} = 1 - \frac{F}{C}$$

$$\frac{C - F}{C} = \frac{\gamma d_1 - \gamma d_2}{\gamma d_1}$$

$$Q = \frac{1,5\epsilon_0 S d}{\gamma + 2}$$



$$\gamma d = \frac{3}{4}$$



$$\gamma d_1 = \frac{3}{4} \quad \gamma d_2 = \frac{1}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$g(x_2 + dx) = \frac{x_1}{\frac{F}{2} + v dt} = \frac{\frac{3}{4}F - x_1}{F + v dt}$$

$$x_1(F + v dt) = \frac{3}{4}F(\frac{F}{2} + v dt) - x_1(\frac{F}{2} + v dt)$$

$$x_1(\frac{3}{2}F + 2v dt) = \frac{3}{4}F(\frac{F}{2} + v dt)$$

$$x_1 = \frac{\frac{3}{4}F(\frac{F}{2} + v dt)}{\frac{3}{2}F + 2v dt}$$

$$g(x_2 + dx) = \frac{\frac{3}{4}F}{(\frac{F}{2} + v dt)(\frac{3}{2}F + 2v dt)} = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{8}F^2 + \frac{7}{4}F \cdot v dt}$$

$$e = \frac{g x_1}{g x_1 - g(x_2 + dx)} \cdot F$$

$$x_1 = \frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{2}F + 2v dt}$$

$$e = \frac{x}{g x_2} \quad x = e g x_2 = \frac{g x_1 g(x_2 + dx)}{g x_1 - g(x_2 + dx)}$$

$$x_0 = \frac{3}{2}F$$

$$g x_1 = \frac{1}{2 + \frac{8}{3} \frac{v dt}{F}}$$

$$a = \frac{\sqrt{x_0^2 + c_0^2} - \sqrt{x^2 + e^2}}{dt}$$

$$x_1 = \frac{\frac{1}{2}}{1 + \frac{4}{3} \frac{v dt}{F}}$$

$$\frac{\frac{3}{4}F}{\frac{3}{4}}$$

$$e = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{3}{4} - \frac{1}{2} + \frac{2}{3} \frac{v dt}{F}} \cdot F$$

$$\frac{3}{1 + \frac{8}{3} \frac{v dt}{F}} \cdot F$$

$$g x_2 = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{4}{3} \frac{v dt}{F} \right)$$

$$g x_3 = \frac{1}{2} - \frac{2}{3} \frac{v dt}{F}$$

$$e = 18 v dt$$

$$x = (3F - 8 v dt) \left(\frac{1}{2} - \frac{2}{3} \frac{v dt}{F} \right) = \frac{3}{2}F - \frac{4}{3} v dt$$

$$\mathcal{E} = 3F - 2Vdt$$

$$x = \frac{3}{2}F - 6Vdt$$

$$u = \frac{\sqrt{x_0^2 + e^2}}{dt} = \frac{\sqrt{(3F - 2Vdt)^2 + (\frac{3}{2}F - 6Vdt)^2}}{dt}$$

$$9F^2(1 - \frac{16Vdt}{3F}) + \frac{9}{4}F^2(1 - 8\frac{Vdt}{F}) =$$

$$= \frac{36+9}{4}F^2 - 16 \cdot 3Vdt - 9 \cdot 2FVdt = \sqrt{\frac{45}{4}F^2 - 66FVdt}$$

$$\frac{16}{3} \cdot \frac{48}{66}$$

$$\sqrt{\frac{45}{4}F^2 - \frac{66 \cdot 4}{45}Vdt} = \frac{66 \cdot 2}{45}Vdt =$$

$$u = \frac{22 \cdot 2}{5}V = \frac{44}{5}V$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2} - \frac{Qd}{\epsilon_0 S} = \frac{m(1.5d)^2}{2T^2} - \frac{1.5d^2}{2T^2} = \frac{1.5d^2}{2}$$

$$p = \bar{I}at$$

$$\int \bar{I}dt = q$$

$$16 + 5 + 12,5 - 45 = 21 + 12,5$$

$$64 - 45 + 5 + 12,5 = 24 + 12,5 = 36,5$$

