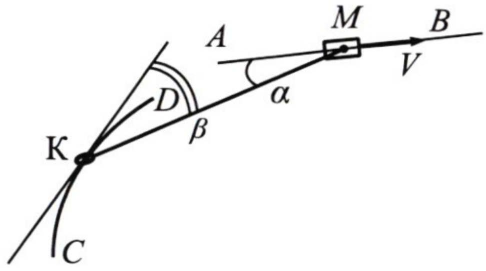
Олимпиада «Физтех» по физике, с

Класс 11

Вариант 11-02

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

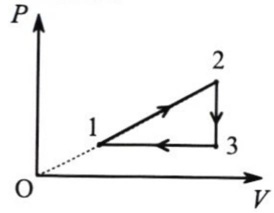
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha(\cos\alpha = 3/5)$ с направлением движения муфты и угол $\beta(\cos\beta = 8/17)$ с направлением движения кольца.



1) Найти скорость кольца в этот момент.
2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
3) Найти силу натяжения троса 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 понижение температуры газа.
2) Найти для процесса 1-2 отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



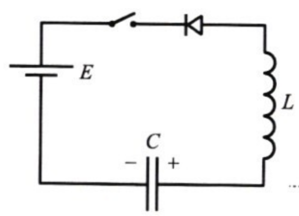
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается между обкладками на расстоянии $0{,}2d$ от положительно заряженной обкладки. Удельный заряд частицы $\dfrac{q}{m} = \gamma$.

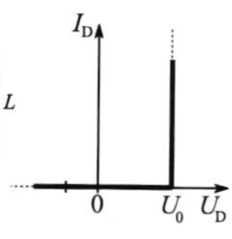
1) Найдите продолжительность T движения частицы в конденсаторе до остановки.
2) Найдите напряжение U на конденсаторе.
3) Найдите скорость V_0 частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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 $E = 3$ В, конденсатор емкостью $C = 20$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 6$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}2$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$ В. Ключ замыкают.

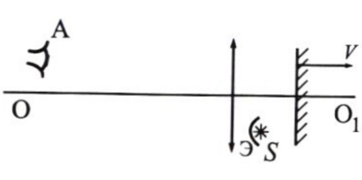
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.





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 $8F/15$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/3$ от 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.

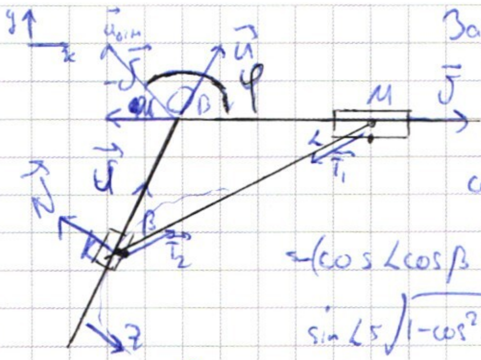
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Задача 1

$\widehat{KOM} = 180^\circ - \alpha - \beta$

$\cos\widehat{KOM} = \cos(180^\circ - \alpha - \beta) = -\cos(\alpha+\beta) =$

$= -(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta)$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\left(\frac{3}{5}\right)^2} = \frac{4}{5}$ $\quad \sin\beta = \sqrt{1-\cos^2\beta} = \sqrt{1-\left(\frac{8}{17}\right)^2} = \frac{15}{17}$

$\cos\widehat{KOM} = -\left(\frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17} - \frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17}\right) = \frac{60-24}{5\cdot 17} = \frac{36}{85}$

Т.к. нить легкая и нерастяжимая, то по II з. Н.: $\vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \overset{0}{m}\vec{a} = \vec{O}$, тогда

$\vec{T}_1 = -\vec{T}_2$, т.е. $T_1 = T_2$

Также получим из уравнения связи для нити, что $v\cos\alpha = u\cos\beta$ (длина нити не меняется)

$u = v\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 40\,см/с \cdot \frac{3/5}{8/17} = \underline{51\,см/с}$

$\vec{u}_{отн} = \vec{u} - \vec{v}$; $u_{отн} = \sqrt{u^2+v^2-2uv\cos(\widehat{\vec{u};-\vec{v}})} =$

$= \sqrt{u^2+v^2-2uv\cos\widehat{KOM}} = \sqrt{(40\,см/с)^2+(51\,см/с)^2-2\cdot 40\,см/с\cdot 51\,см/с\cdot\frac{36}{85}} =$

$= \sqrt{1600\,см^2/с^2 + 2601\,см^2/с^2 - 48\cdot 36\,см^2/с^2} = \sqrt{4201\,см^2/с^2 - 1728\,см^2/с^2} = \sqrt{2473}\,см/с \approx$

$\approx 24{,}5\,см/с$

x: $-v + u\cos\beta = u_{отн x}$
y: $u\sin\beta = u_{отн y}$

$tg\,\varphi = \frac{u_{отн y}}{u_{отн x}} = \frac{u\sin\beta}{u\cos\beta - v} = \frac{v\frac{\cos\alpha\sin\beta}{\cos\beta}}{v\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cos\beta - v} = \cancel{\frac{\cos\alpha\sin\beta}{\cos\alpha - \cos\beta}} =$

$= \frac{\cos\alpha\sin\beta}{\cos\beta(\cos\alpha-1)} = \frac{3/5\cdot 15/17}{8/17(4/5-1)} = -\frac{3}{1}\cdot\frac{15}{8} = -\frac{45}{8}$

II з. Н.: $\vec{F}_c = m\vec{a}$ $\quad \underset{0}{\vec{N}} + \vec{T}_2 = m(\vec{a}_n + \vec{a}_\tau)$ $\quad T_{2z} = T_2\sin\beta = ma_n = m\frac{u^2}{R}$

$T_2 = \frac{mu^2}{R\sin\beta} = \frac{1\,кг\,(0{,}51\,м/с)^2}{1{,}7\,м\cdot\frac{15}{17}} = \frac{(0{,}51\,м/с)^2\cdot кг}{1{,}5\,м} = \frac{2{,}6\cdot 10^{-2}\,Н\cdot м}{1{,}5\,м} = 1{,}73\cdot 10^{-2}\,Н$

Ответ: 1) 51 см/с

2) 24,5 см/с

3) $1{,}73\cdot 10^{-2}$ Н

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1 (Нумеровать только чистовики)

Задача 2

Закон Менделеева - Клапейрона : $pV = \nu RT$

Рассмотрим диаграмму: процесс 1→2 $p\uparrow$ $V\uparrow$ $\Rightarrow T\uparrow$
2→3 $p\downarrow$ $V = const \Rightarrow T\downarrow$
3→1 $p = const$ $V\downarrow \Rightarrow T\downarrow$

Таким образом необходимо расм. процессы 2→3 и 3→1

$$Q = A_г + \Delta U \quad ; \Delta U = \frac{z}{2}\nu R\Delta T \quad ; A_г = \int p\,dV \quad c = \frac{Q}{\nu\Delta T}$$

$$Q_{23} = A_{г23} + \Delta U_{23} = 0 + \frac{z}{2}\nu R \Delta T_{23} \underline{< 0} \quad c_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu\Delta T_{23}} = \frac{z}{2}R$$

$$Q_{31} = A_{г31} + \Delta U_{31} = p_1V_1 - p_1V_3 + \frac{z}{2}\nu R\Delta T_{31} = \nu RT_1 - \nu RT_3 + \frac{z}{2}\nu R\Delta T_{31} = \frac{z+2}{2}\nu R\Delta T_{31} \underline{< 0}$$

$$c_{31} = \frac{Q_{31}}{\nu\Delta T_{31}} = \frac{z+2}{2}R$$

$$\frac{c_{23}}{c_{31}} = \frac{z}{z+2} = \boxed{\frac{3}{5}} \quad (z=3, \text{ т.к. газ одноат.})$$

$$Q_{12} = A_{г12} + \Delta U_{12}$$

~~$A_{г12}$~~ Пусть $p_2 = kp_1 = kp$, тогда $(p \sim V)$ $V_2 = kV_1 = kV$

$$\frac{pV}{T} = const \Rightarrow T_2 = k^2 T_1 = k^2 T$$

$$A_{г12} = \frac{p_2+p_1}{2}(V_2 - V_1) = \frac{p(k+1)}{2}(k-1)V = pV\frac{k^2-1}{2} = \nu RT\left(\frac{k^2-1}{2}\right)$$

$$\Delta U_{12} = \frac{z}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{z}{2}\nu RT(k^2-1)$$

$$\frac{A_{г12}}{Q_{12}} = \frac{A_{г12}}{A_{г12} + \Delta U_{12}} = \frac{\nu RT\frac{k^2-1}{2}}{\frac{z}{2}\nu RT(k^2-1) + \nu RT\frac{k^2-1}{2}} = \frac{1}{z+1} = \frac{1}{4}$$

$$\eta = \frac{A_{цикл}}{Q^+}$$

$A_{цикл}$ — площадь внутри графика $A_{цикл} = \frac{(V_3-V_1)(p_2-p_3)}{2} = \frac{(k-1)V(k-1)p}{2} = \frac{(k-1)^2}{2}\nu RT$

$$Q^+ = Q_{12} = \frac{z}{2}\nu RT(k^2-1) + \nu RT\frac{(k^2-1)}{2} = \nu RT(k^2-1)\frac{z+1}{2}$$

$$\eta = \frac{\nu RT(k-1)^2}{\nu RT(k^2-1)(z+1)} = \frac{k-1}{k+1}\cdot\frac{1}{z+1}$$

$$\eta'(k) = \frac{1}{z+1}\,\frac{k+1-(k-1)}{(k+1)^2} = \frac{2}{(z+1)}\cdot\frac{1}{(k+1)^2} > 0 \quad \text{тогда максимум при } k\to+\infty$$

$$\lim_{k\to+\infty}\eta(k) = \lim_{k\to+\infty}\left(\frac{1}{z+1}\cdot\frac{k-1}{k+1}\right) = \frac{1}{z+1}\lim_{k\to+\infty}\frac{1-\frac{1}{k}}{1+\frac{1}{k}} = \frac{1}{z+1} = \frac{1}{4}$$

Ответ: 1) $c_{23}/c_{31} = 3/5$

2) $A_{г12}/Q^+ = 1/4$

3) $\eta_{max} = 1/4$

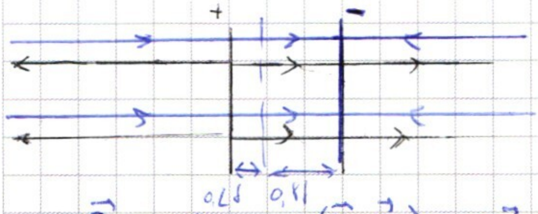
Задача 3

Для однородно заряженной пластины (за пот. можно принять сетку):

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$, где σ — поверхностная плотность заряда

Таким образом напряженность поля не зависит от расстояния до пластины

Рассмотрим поле в трех обл-тях пространства:



~~Так как обкладки заряжены~~ Заметим, что так как частица заряжена положительно и при этом смогла остановиться, то двигалась она со стороны отрицательно заряженной пластины.

$\vec{F}_\Sigma = m\vec{a}$ $\quad q(\vec{E}_1+\vec{E}_2) = m\vec{a}$ $\quad (E_{1x}+E_{2x})\gamma = a$ $\quad E_\Sigma \gamma = a$

$$(1-0{,}2)d = \frac{V_1^2}{2a} \qquad a = \frac{V_1^2}{2\cdot 0{,}8d}$$

$$T = \frac{V_1}{a} = \frac{2\cdot V_1\cdot 0{,}8d}{V_1^2} = \frac{2\cdot 0{,}8d}{V_1} = 1{,}6\frac{d}{V_1}$$

$$U = E_\Sigma d = \frac{ad}{\gamma} = \frac{V_1^2 d}{1{,}6\gamma d} = \frac{V_1^2}{1{,}6\gamma}$$

Заметим, что после ~~уп~~ остановки под действием постоянной силы частица продолжит движение в противоположную сторону. При этом, в силу однородности поля, когда частица будет выходить из конденсатора, у нее будет скорость, равная начальной. Если пластины заряжены одинаково по модулю заряда, то частица продолжит движение с той же скоростью, т.к. $E_\Sigma = 0$, если заряд полож. пластины больше, то $v \to \infty$, т.к. $E_x > 0$, $q > 0$, иначе частица не улетит на бесконечность.

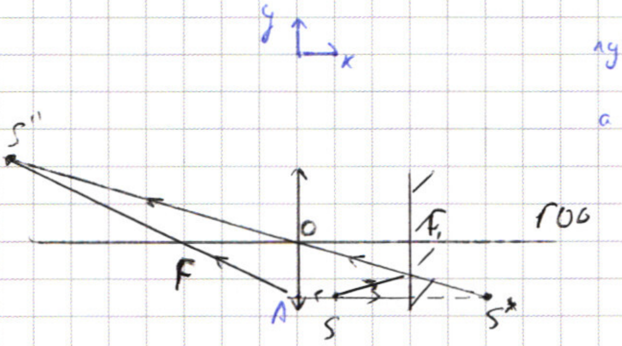
Ответ:

$$T = 1{,}6\frac{d}{V_1}$$

$$U = \frac{V_1^2}{1{,}6\gamma}$$

$$\begin{cases} v = V_1, & q^+ = q^- \\ v \to \infty, & q^+ > q^- \\ v \text{ неопр}, & q^- > q^+ \end{cases}$$

Задача 5



Так как в линзу попадают только отраженные лучи, то построим изображение источника в зеркале, а затем его изображение в линзе.

Введем декартову сист. коорд. с центром в (.) O

$S\left(\frac{F}{3}; -\frac{8}{15}F\right)$ $S^*\left(F+\frac{2F}{3}; -\frac{8}{15}F\right)$

$F(-F; 0)$ $A\left(0; -\frac{8}{15}F\right)$

Найдем координаты изображения. Оно лежит на пересечении $[AF)$ и $[S^*O)$ по правилам построения лучей.

(SO): $\frac{x}{y} = \frac{\frac{5F}{3}}{-\frac{8}{15}F}$ $\quad y = -\frac{8}{25}x$

(AF): $\frac{x+F}{y} = \frac{F}{-\frac{8}{15}F}$ $\quad y = -\frac{8}{15}(x+F)$

$S''(x_1; y_1)$: $-\frac{8}{25}x_1 = -\frac{8}{15}(x_1+F)$ $\quad 3x_1 = 5(x_1+F)$ $\quad x_1 = -2{,}5F$

$y_1 = -\frac{8}{25}x_1 = +\frac{8\cdot 2{,}5}{25}F = 0{,}8F$

При движении зеркала изображение в нем будет двигаться с удвоенной скоростью.

Пусть прошел малый промежуток времени δt, тогда:

$S_1^*\left(\frac{5}{3}F + 2\upsilon\delta t; -\frac{8}{15}F\right)$

(S_1^*O): $\frac{x}{y} = \frac{\frac{5F}{3}+2\upsilon\delta t}{-\frac{8}{15}F}$ $\quad -\frac{8}{15}Fx = 2y\upsilon\delta t + \frac{5F}{3}y$ $\quad y = \frac{-8Fx}{15\left(2\upsilon\delta t + 5\frac{F}{3}\right)} =$

$= \frac{-8Fx}{5(6\upsilon\delta t + 5F)}$

$S_1''(x_2; y_2)$: $-\frac{8}{15}(x_2+F) = -\frac{8}{5}\frac{Fx_2}{6\upsilon\delta t + 5F}$ $\quad 3Fx_2 = x_2(6\upsilon\delta t+5F) + F(6\upsilon\delta t + 5F)$

$x_2 = -\frac{F(6\upsilon\delta t + 5F)}{6\upsilon\delta t + 2F}$; $\delta x = x_2 - x_1 = -\frac{F(6\upsilon\delta t+5F)}{6\upsilon\delta t + 2F} + 2{,}5F =$

$= \frac{-6F\upsilon\delta t + 5F^2 - 5F^2 - 15F\upsilon\delta t}{6\upsilon\delta t + 2F} = +\frac{9F\upsilon\delta t}{6\upsilon\delta t + 2F}$ $\quad \upsilon_x = \frac{\delta x}{\delta t} = \frac{9F\upsilon}{\underbrace{6\upsilon\delta t}_{0} + 2F} = \frac{9\upsilon}{2}$

$y_2 = -\frac{8}{15}(x+F)$ $\quad \upsilon_y = \frac{\delta y}{\delta t} = -\frac{8}{15}\frac{\delta x}{\delta t} = -\frac{8}{15}\cdot\frac{9\upsilon}{2} = -\frac{4\cdot 3}{5}\upsilon = -\frac{12}{5}\upsilon$

Пусть α – угол м/у скоростью и положит. напр оси x. Тогда $\operatorname{tg}\alpha = \frac{\upsilon_y}{\upsilon_x} = \frac{-\frac{12}{5}\upsilon}{\frac{9}{2}\upsilon} = -\frac{8}{15}$

Тогда тангенс угла с OO₁ $\frac{8}{15}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5 (продолжение)

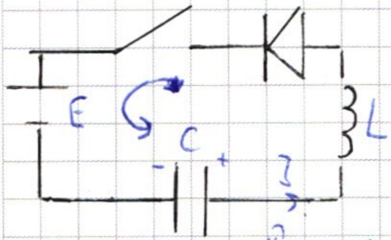
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\left(\frac{9}{2}v\right)^2 + \left(-\frac{12}{5}v\right)^2} = v\sqrt{\frac{81}{4} + \frac{144}{25}} = v\sqrt{\frac{2025+576}{100}} = v\sqrt{\frac{2601}{100}} = 5,1\, v$

Ответ: 1) 0,8 F

2) $\operatorname{arctg} \frac{8}{15}$

3) $5,1 v$

Задача 4



1) $q_0 = CU_1$

2) При замыкании ключа на диоде поддерживается разность потенциалов U_0

3) Запишем II правило Кирхгофа для контура

$E = U_1 + U_0 - L\frac{dI}{dt}$; $\frac{dI}{dt} = \frac{U_0 + U_1 - E}{L} = \frac{1В + 6В - 3В}{0,2 Гн} = \frac{4В}{0,2Гн} = 20 А/с$

4) когда ток максимален, его производная $- 0$, значит $U_L = 0$

При этом конденсатор может быть заряжен двумя методами (слева или справа +)

$U_c > 0$ $\begin{cases} U_c + U_0 = E \\ -U_c + U_0 = E \end{cases}$ $\boxed{U_c = E - U_0}$ $\boxed{U_c = U_0 - E}$

Запишем ЗСЭ:

$W_{p0} = \frac{CU_1^2}{2}$; $A_{ист} = \Delta q E$; $\Delta q = q_1 - q_0 = C(U_c - U_1) = C(-U_0 + E - U_1)$

$W_{p1} = \frac{CU_c^2}{2} + \frac{LI^2}{2} =$

итого: $\frac{CU_1^2}{2} + A_{ист} = \frac{CU_c^2}{2} + \frac{LI^2}{2}$

$\frac{CU_1^2}{2} + EC(E - U_0 - U_1) - \frac{C(E-U_0)^2}{2} = \frac{LI^2}{2}$

$LI^2 = C(U_1^2 + 2E^2 - 2EU_0 - 2EU_1 - E^2 - U_0^2 + 2EU_0) = C(U_1^2 + E^2 - U_0^2 - 2EU_1)$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Задача 4 (прод.)

$$I = \sqrt{\frac{C}{L}\left(U_1^2 + \mathcal{E}^2 - U_0^2 - 2\mathcal{E}U_1\right)} = \sqrt{\frac{20\cdot10^{-6}\,Ф}{2\cdot10^{-1}\,Гн}\left((6В)^2 + (3В)^2 - (1В)^2 - 2\cdot3В\cdot6В\right)} =$$

$$= \sqrt{10^{-4}\cdot 8\,А^2} = 2\sqrt{2}\cdot10^{-2}\,А \approx 2{,}82\cdot10^{-2}\,А$$

Напряжение установившееся, значит ток — 0. Тогда есть два варианта:

1) закрылся диод

2) Ток через катушку постоянен и равен 0, диод открыт.

1) :

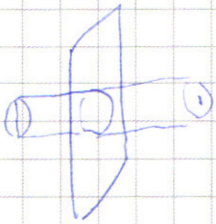
$-\mathcal{E} + U_C - L\frac{dI}{dt} = U_0$ — идеальный случай

2) $\mathcal{E} = U_C + U_D$ $\quad U_C = 2В$ — но в этом случае (равновесие) ток не 0

$A = S_{цикла} = p_0(k-1)V_0(k-1)\cdot\frac{1}{2}$ $\qquad Q_1 = A_{г1} + \nu R \Delta T\frac{i}{2} = \frac{p(k+1)V(k-1)}{2} + \frac{i}{2}pV(k^2-1) = (k+1)pV(k^2-1)$

$\frac{A}{Q} = \frac{(k-1)^2}{(k^2-1)(k+1)} = \frac{k-1}{k+1}\cdot\frac{1}{4}$ $\qquad f(k) = \frac{k-1}{k+1}$ $\qquad f'(k) = \frac{k+1-(k-1)}{(k+1)^2} = \frac{k+1-k+1}{(k+1)^2} = \frac{2}{(k+1)^2}$

№3 $\qquad \varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$ $\quad k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$



$2E\cdot S = 4\pi k\sigma S$

$E = 2\pi k\sigma = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ $\qquad U = Ed = \frac{qd}{2S\varepsilon_0} = qC$

$a = \frac{F}{m} = \frac{Eq}{m} = E\gamma$

$(d-0{,}2d) = \frac{U_1^2}{2a} = \frac{U_1^2}{2E\gamma}$ $\qquad E = \frac{U_1^2}{\gamma d\cdot 0{,}8\cdot 2} = \frac{5}{8}\frac{U_1^2}{\gamma d}$

$T = \frac{U_1}{a} = \frac{U_1}{E\gamma} = \frac{8U_1\gamma d}{5U_1^2\gamma} = \frac{8}{5}\frac{d}{U_1}$

$2025 \cdot 576 = 2591$ $\quad 144\cdot 4 = 576$ $\quad 81\cdot 25 = 405 + 162 = 2025$

№4

~~$\mathcal{E} - q\ldots \frac{dI}{dt} \ldots U_0 \ldots \frac{dI}{dt} \ldots \frac{\mathcal{E}-U_0}{L}$~~

~~$\mathcal{E} - U_0$~~

$\mathcal{E} = -U_1 - U_0 + \frac{dI}{dt}L$

$\frac{dI}{dt} = \frac{-\mathcal{E} + U_1 + U_0}{L}$

$U_1 - \frac{dI}{dt}L + U_0 - \mathcal{E} = 0$

$2{,}6 \qquad 2{,}6 : 1{,}5 = 1{,}73$

$U_1 = C(q_0 - q) = U_1 - C\int I\,dt =$ $\qquad \Delta q = q - q_0 = CU_1 - C(\mathcal{E}-U_0) = C(U_1+U_0-\mathcal{E})$

$A = -\mathcal{E}\Delta q = -\mathcal{E}C(U_1+U_0-\mathcal{E})$

I макс $\Rightarrow \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow \left[\begin{array}{l}\mathcal{E} = U_0 + U_0\\ \mathcal{E} = -U_0 + U_0\end{array}\right.$ $\qquad q_3 = CU_1 = C(\mathcal{E}-U_0)$

№5

$3\cdot 3 - 1 = 8$ $\qquad S^* = \left(x - \frac{F}{3}\right) + x = 2x - F/3$

$\frac{x}{y} = \frac{2x - F/3}{-\frac{8}{15}F}$

$y = \frac{-\frac{8}{15}Fx}{2x - F/3} = -\frac{8}{15}\frac{Fx}{2x-F/3} = -\frac{8}{5}\frac{Fx}{6x-F}$

$-\frac{8}{5}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

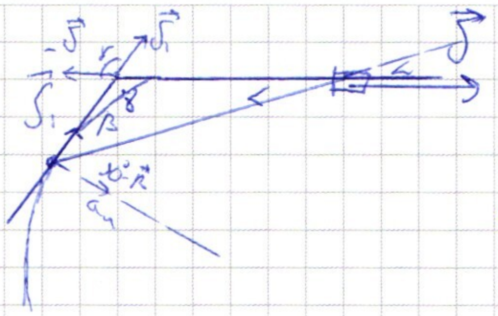
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

①



Трос легкий и нерастяжимый =>

$v\cos\alpha = v_1\cos\beta$

$v_1 = v\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 40\,см/с\ \frac{3/5}{8/17} = \frac{3\cdot17}{}\,см/с =$

$= 51\,см/с$

$\gamma = 180^\circ - \alpha - \beta$

$\cos\gamma = \cos(180^\circ - (\alpha+\beta)) = -\cos(\alpha+\beta) = -(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta) =$

$= \sin\alpha\sin\beta - \cos\alpha\cos\beta = \frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17} - \frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17} = \frac{60-24}{5\cdot17} = \frac{36}{5\cdot17}$

$\sin\alpha = \frac{4}{5}\quad \sin\beta = \frac{\sqrt{289-64}}{17} = \frac{15}{17}$

$v_{отн} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1v_2\cos\gamma} = \sqrt{40^2 + 51^2 - 2\cdot40\cdot51\cdot\frac{36}{5\cdot17}} =$

$= \sqrt{1600 + 2500 + 100 + 1 - \cancel{2\cdot8\cdot3}\cdot36} = \sqrt{4201 - 1728} = \sqrt{2473} \approx 49{,}5$

$m\frac{v_1^2}{R} = T\sin\beta \qquad T = \frac{mv_1^2}{R\sin\beta} = \frac{1кг\,(51\,см/с)^2}{1{,}7м\cdot 8/17} = \frac{10\cdot51^2}{8}$

Поля: 48 · 36 = 288, 144, 1728; 2500−100+1 = 2401; 4201 − 1728 = 2473

②

		p	V	T
1	2	↑	↑	↑
2	3	↓	–	↓
3	1	–	↓	↓

Т.о. 2 и 3

$Q = A_г + \Delta U = 0 + \frac{i}{2}\nu R\Delta T \qquad c = \frac{i}{2}R$

$Q = A_г + \Delta U = p\Delta V + \frac{i}{2}\nu R\Delta T = \nu R\Delta T\left(1 + \frac{i}{2}\right) \Rightarrow \quad c = \frac{i+2}{2}R$

$\frac{c_{23}}{c_{31}} = \frac{i}{i+2} = \frac{3}{5}$

$\frac{\frac{\cos\alpha\sin\beta}{\cos\beta}}{\frac{\cos\alpha\cos\beta}{\cos\beta}} = \frac{\frac{\cos\alpha\sin\beta}{\cos\beta}}{\frac{\cos\alpha\cos\beta - \cos\beta}{\cos\beta}}$

$\frac{pV}{T} = const \qquad p = kp_0 \quad V = kV_0 \Rightarrow T = k^2T_0$

$Q = \frac{p_0 + kp_0}{2}\cdot(kV_0 - V_0) + \frac{i}{2}\nu R(k^2T_0 - T_0) = V_0p_0\left(\frac{1+k}{2}\right)(k-1) + \frac{i}{2}\nu RT_0(k^2-1)$

$= \frac{1}{2}\nu RT_0(k^2-1)(1+i)$

$T_0 \quad A = \frac{1}{1+i}Q = \frac{1}{4}Q$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)