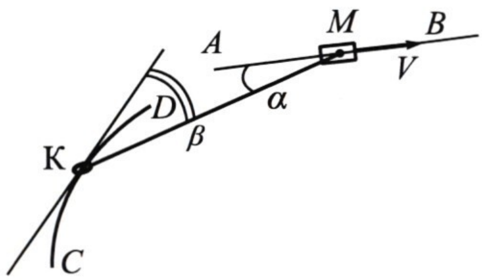
# Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

## Вариант 11-02

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

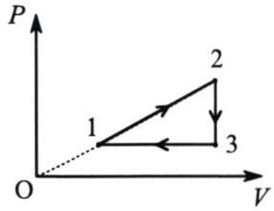
**1.** Муфту М двигают со скоростью $V = 40$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,7$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l = 17R/15$. Система находится в одной горизонтальной 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.



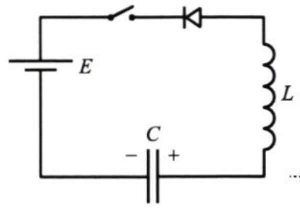

**3.** Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния $d$ между обкладками. Положительно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью $V_1$ и останавливается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

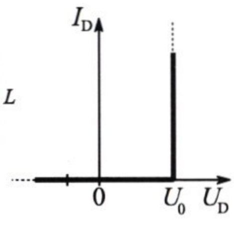
1) Найдите продолжительность $T$ движения частицы в конденсаторе до остановки.
2) Найдите напряжение $U$ на конденсаторе.
3) Найдите скорость $V_0$ частицы на бесконечно большом расстоянии от конденсатора.

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.

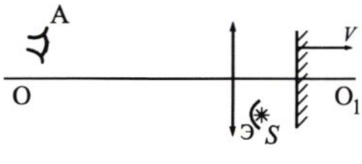
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение $U_2$ на конденсаторе после замыкания ключа.




**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 $\alpha$ к оси $OO_1$ движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.

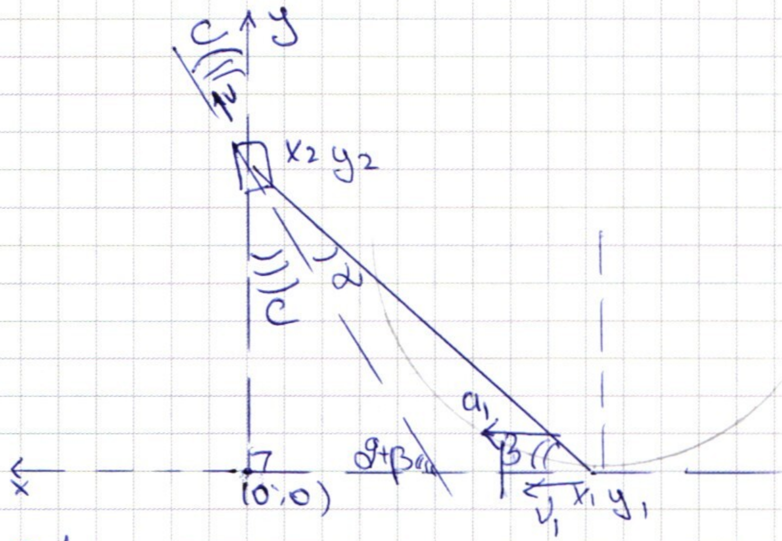


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1




Зададим систему координат (Декарта) так, чтобы ось x была направлена параллельно движению конуса, а ось y — под углом 90-β к спицам движения муфты.

Тогда:

$c = 90 - \alpha - \beta$

$\dot{x}_1 = V_1 \qquad x_1 = -l\cos(\beta)$

$\dot{y}_1 = 0 \qquad y_1 = 0$

$\dot{x}_2 = V\sin(c) \qquad x_2 = 0$

$\dot{y}_2 = V\cos(c) \qquad y_2 = l\sin(\beta)$

Из условия нерастяжимости нити:

$l^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2$

$(l^2)'_t = 2(x_2 - x_1)(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + 2(y_2 - y_1)(\dot{y}_2 - \dot{y}_1) = 0$

$2(V\sin(c) - V_1)(+l\cos\beta) + 2(l\sin\beta)(V\cos(c)) = 0$

a) $V_1 = (\sin(c) - \cos(c)\,tg\beta)V = (\cos(\alpha+\beta) + \sin(\alpha+\beta)\,tg(\beta))V =$
$= \frac{51}{40} \cdot 40 = 51$ см/с.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

б) $V_{отн} = \sqrt{(\dot{x}_1 - \dot{x}_2)^2 + (\dot{y}_2 - \dot{y}_1)^2} = V\sqrt{\cos^2(c)\,tg^2(\beta) + \cos^2(c)} =$

$= V\frac{\cos c}{\cos\beta} = V\frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos\beta} = \frac{V(\sin(\alpha)\cos(\beta)+\cos(\alpha)\sin(\beta))}{\cos\beta} =$

$= \frac{61}{40}\cdot 40 = 61$ см/с

в) Дифференцируя дважды:

$(\ell^2)''_t = 2(x_2 - x_1)(\ddot{x}_2 - \ddot{x}_1) + 2(\dot{x}_2 - \dot{x}_1)(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + 2(y_2 - y_1)(\ddot{y}_2 - \ddot{y}_1)$
$+ 2(\dot{y}_2 - \dot{y}_1)(\dot{y}_2 - \dot{y}_1) = 0$

$x_1 = -\ell\cos\beta$ $\quad y_1 = 0$
$x_2 = 0$ $\quad y_2 = \ell\sin(\beta)$
$\ddot{x}_1 = a_1$ $\quad \dot{y}_1 = 0$
$\ddot{x}_2 = 0$ $\quad \ddot{y}_1 = 0$
$\dot{x}_1 = V_1 = 51$ см/с $\quad \ddot{y}_2 = 0$
$\dot{x}_2 = V\sin(c)$
$\dot{y}_2 = V\cos(c)$

$$\begin{cases} 0 = V^2\cos^2(c) + (V\sin(c) - V_1)^2 - \ell\cos\beta\, a_1 \\ a_1 = \frac{V^2\sin^2(\alpha+\beta) + (V\cos(\alpha+\beta) - V_1)^2}{\ell\cos\beta} \end{cases}$$

в) $T = \frac{a_1 m}{\cos\beta} =$

$= \left(\frac{V^2\sin^2(\alpha+\beta) + (V\cos(\alpha+\beta) - V_1)^2}{\frac{17R}{15}\cos^2\beta}\right)m =$

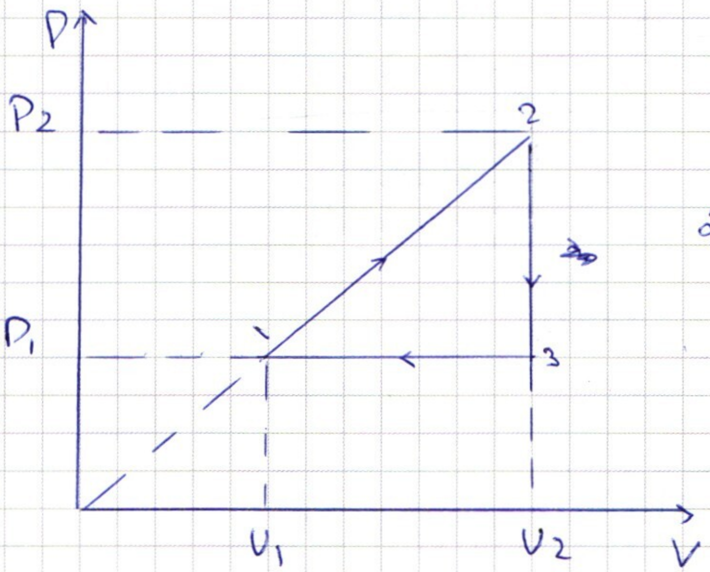
$= \frac{mV^2\sin^2(\alpha+\beta)(tg^2\beta + 1)}{\frac{17R}{15}\cos^2\beta} = \frac{mV^2\sin^2(\alpha+\beta)}{\cos^4\beta\,\frac{17R}{15}} =$

$= \frac{61^2}{\frac{64}{17^2}\ell} = \frac{61^2}{\frac{64}{150}} \approx$ 91,5Н

Ответ: а) $V_1 = V(\cos(\alpha+\beta) + \sin(\alpha+\beta)\,tg\beta) = 51$ см/с; в) $T \approx 91{,}5$Н б) $V_{отн} \approx 61$ см/с

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2




1. Из рисунка:

$$\frac{P_2}{V_2} = \frac{P_1}{V_1}, \quad P_2 > P_1, \quad V_2 > V_1$$

2. Для процесса 12

$T_1 = P_1V_1$

$T_2 = P_2V_2 > P_1V_1 = T_1 \Rightarrow$

В процессе 12 температура повышается.

В процессе 23:

$T_2 = P_2V_2$

$T_3 = P_1V_2 < P_2V_2 = T_2 \Rightarrow$ понижение температуры.

В процессе 31:

$T_1 = P_1V_1 < P_1V_2 = T_3 \Rightarrow$ понижение температуры.

Для цикла:

$$A_{12} = \int_{V_1}^{V_2} \left(\frac{P_1}{V_1}\right) V dV = \left(\frac{P_1}{V_1}\right)\left(\frac{V^2}{2}\right)\Big|_{V_1}^{V_2} = \left(\frac{P_1}{V_1}\right)\left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2}\right)$$

$$Q_{12} = \left(\frac{P_1}{V_1}\right)\left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2}\right) + \frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1) = \frac{(V_2 - V_1)(P_1 + P_2)}{2} + \frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1)$$

$A_{23} = 0$

№2

$$Q_{23} = \frac{3}{2}\nu_2(P_1 - P_2) < 0$$

$$A_{31} = P_1(\nu_1 - \nu_2)$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2}P_1(\nu_1 - \nu_2) < 0$$

а) $$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\left(\frac{C_{23}}{C_{31}}\right)} = \frac{\frac{\Delta T_{23}}{Q_{23}}}{\frac{\Delta T_{31}}{Q_{31}}} = \frac{\frac{\nu_2(P_1-P_2)}{\frac{3}{2}\nu_2(P_1-P_2)}}{\frac{P_1(\nu_1-\nu_2)}{\frac{5}{2}P_1(\nu_1-\nu_2)}} =$$

$$= \frac{\frac{2}{3}}{\frac{2}{5}} = \frac{5}{3}, \quad \lambda = \frac{3}{5} = 0{,}6$$

б) $$\gamma = \frac{Q_{12}}{A_{12}} = \frac{\frac{(\nu_2-\nu_1)(P_1+P_2)}{2} + \frac{3}{2}(P_2\nu_2 - P_1\nu_1)}{\frac{(\nu_2-\nu_1)(P_1+P_2)}{2}} =$$

$$= \frac{\left(\frac{P_1}{\nu_1}\right)(\nu_2^2-\nu_1^2) + 3(\nu_2^2\frac{P_1}{\nu_1} - P_1\nu_1)}{\left(\frac{P_1}{\nu_1}\right)(\nu_2^2-\nu_1^2)} = \frac{(\nu_2^2-\nu_1^2)+3(\nu_2^2-\nu_1^2)}{\nu_2^2-\nu_1^2} =$$

$$= 4$$

в) $$\eta = \frac{A_{12}+\overset{0}{A_{23}}+A_{31}}{Q_{12}} = \frac{\left(\frac{P_1}{\nu_1}\right)\frac{(\nu_2^2-\nu_1^2)}{2} + P_1(\nu_1-\nu_2)}{\left(\frac{P_1}{\nu_1}\right)\frac{(\nu_2^2-\nu_1^2)}{2} + \frac{3}{2}\left(\frac{P_1}{\nu_1}\nu_2^2 - P_1\nu_1\right)} =$$

$$= \frac{(\nu_2^2-\nu_1^2) + 2(\nu_1^2 - \nu_2\nu_1)}{4(\nu_2^2-\nu_1^2)}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$n \neq 1$ №2

Пусть $\frac{V_2}{V_1} = n$, тогда

$$\eta = \frac{(n^2-1)+2(1-n)}{4n^2-4} = \frac{(n-1)^2}{4(n-1)(n+1)} = \frac{(n-1)}{4(n+1)} \le \frac{1}{4}$$

В предельном случае $\eta = \lim\limits_{n\to+\infty} \frac{n-1}{4(n+1)} = \frac{1}{4}$

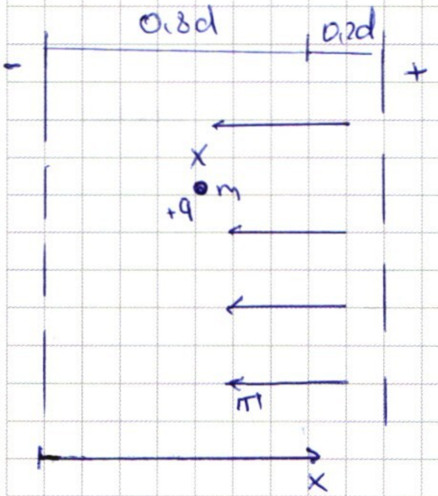
Ответ: а) $\frac{C_{23}}{C_{31}} = 0{,}6$, б) $\frac{Q_{12}}{A_{12}} = 4$ в) $\eta_{max} = \frac{1}{4}$;

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:
$V_1$, $0{,}2d$
$d$
$\frac{q}{m} = \gamma$

№3

По условию поле внутри конденсатора однородно, тогда оно равно $E = \frac{U}{d}$, где $U$ – заряд конденсатора. Вне конденсатора, поле им создаваемое равно нулю. Запишем уравнение движения частицы взяв начало координат в середине отрицательной обкладки конденсатора и ось $x$ параллельной движению частицы.




① По 2-ому закону Ньютона:

$$\ddot{x} m = qE$$

$$\ddot{x} = \frac{qE}{m}$$

$$\dot{x} = V_1 - \ddot{x} t = V_1 - \frac{qE}{m} t$$

② Из закона сохранения энергии:

$$\frac{mV_1^2}{2} = Uq\left(\frac{0{,}8d}{d}\right)$$

$$U = \frac{mV_1^2}{q}\frac{5}{8} = V_1^2\left(\frac{1}{\gamma}\right)\left(\frac{5}{8}\right)$$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{V_1^2\left(\frac{1}{\gamma}\right)}{d}\left(\frac{5}{8}\right)$$

③ Из первого уравнения находим $t$:

$$V_1 - \frac{qE}{m}t = 0 \Rightarrow V_1 - \frac{\gamma t V_1^2\left(\frac{1}{\gamma}\right)}{d}\frac{5}{8} = 0$$

$, V_1 \neq 0$

$$1 - \frac{V_1 \frac{5}{8} t}{d} = 0$$

$$d = V_1 \frac{5}{8} t$$

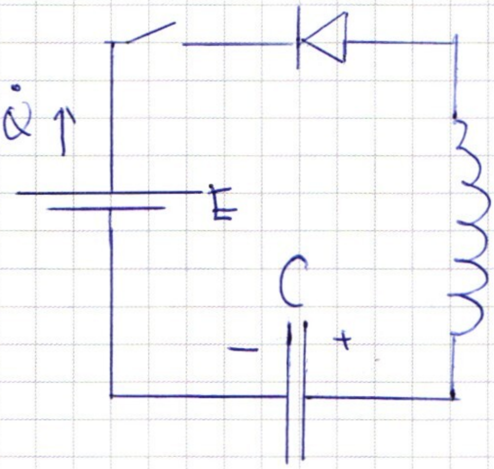
$$t = \frac{8d}{5V_1}$$

в) Так как конденсатор можно считать идеальным, то создаваемое им внешнее электрическое поле равно нулю. Поэтому скорость частицы на бесконечном расстоянии и в момент влёта частицы в конденсатор одинакова и равна $V_1$

Ответ: а) $T = \frac{8d}{5V_1}$ б) $U = \left(\frac{5}{8}\right)\frac{V_1^2}{4}$ в) $V_0 = V_1$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4




В процессе полного замыкания ключа конденсатор разрядится и будет заряжаться в обратном направлении от катушки индуктивности пока

Дано:
$C = 20$ мкФ $= 20\cdot10^{-6}$ Ф
$U_1 = 6$ В
$E = 3$ В
$L = 0{,}2$ Гн
$U_D = 1$ В

пороговый заряд конденсатора будет меньше напряжения индукции. Далее система успокоится и тока в системе не будет. В начальный момент времени ток в цепи равен нулю. по 2-ому правилу Кирхгофа:

$$E = \frac{Q}{C} + L\ddot Q - U_D$$

~~Направление обхода по часовой стрелке.~~

$$\ddot Q + \frac{Q}{CL} = \frac{E+U_D}{L}$$

$$Q = A\sin(\omega t+\varphi) + C(E+U_D), \quad \omega = \sqrt{\frac{1}{CL}}$$

Из начальных условий:

$Q(0) = -U_1 C$

$\dot Q(0) = 0 \Rightarrow Q = -A\cos(\omega t) + C(E+U_D)$

$$A + C(E+U_D) = +U_1 C$$

$$A = (+U_1 - E - U_D)C$$

$$\dot Q = C\omega(+U_1 - E - U_D)\sin(\omega t) = +(U_1 - E - U_D)\sqrt{\frac{C}{L}}\sin(\omega t)$$

№4

б) Максимальный ток достигается при полной разрядке конденсатора, то есть при $Q=0$. $\Rightarrow |\dot{Q}| = \omega(C(E+U_1+U_D)$

$= \sqrt{\frac{C}{L}}\left(\cancel{E+U_1+U_D}\ U_1-E-U_D\right) = \sqrt{\frac{20\cdot10^{-6}}{0{,}2}}\cdot(6-1-3) = 2\sqrt{10^{-4}} = \cancel{200}$

$= 0{,}02A$

$\ddot{Q}_{(t)} = A\omega^2\cos(\omega t) - \frac{C(U_1-E-U_D)}{LC}\cos(\omega t)$

а) $|\ddot{Q}(0)| = \frac{U_1-E-U_D}{L} = \frac{2}{0{,}2} = 10\ A/c. = 10\ мм/с^2$

Ток в цепи будет течь при условии порогового напряжения диода:

$U_D < -E - \frac{Q}{C} - L\ddot{Q}$

$E+U_D < -A\cos(\omega t) - A\omega^2\cos(\omega t) + E + U_D$

$(U_1-E-U_D)\cos(\omega t) + E + U_D + \frac{(U_1-E-U_D)}{\cancel{E}}\cos\omega t$

$\Downarrow$

$\dot{Q}_{(t)} > 0$

$\dot{Q}(t) = \sqrt{\frac{C}{L}}(U_1-E-U_D)\sin(\omega t) > 0$, при $t=\tau$ - остановка системы:

$A\omega\sin(\omega\tau) = 0$

$\cos(\omega\tau) = 1$

$Q = -A\cos(\omega\tau) + C(E+U_D) = (U_1 - E - U_D)C + C(E+U_D)$

$= C(2(E+U_D) - U_1)$

$U_2 = \frac{Q}{C} = (2(E+U_D) - U_1) = 2B$

Ответ а) $|\ddot{Q}(0)| = \frac{U_1-E-U_D}{L} = 10\ мм/с^2$ б) $|\dot{Q}_{max}| = \sqrt{\frac{C}{L}}(U_1-E-U_D)$ $= 0{,}02A$

в) $U_2 = (2(E+E_D) - U_1) = 2B$.

☐ черновик ☑ чистовик Страница №9

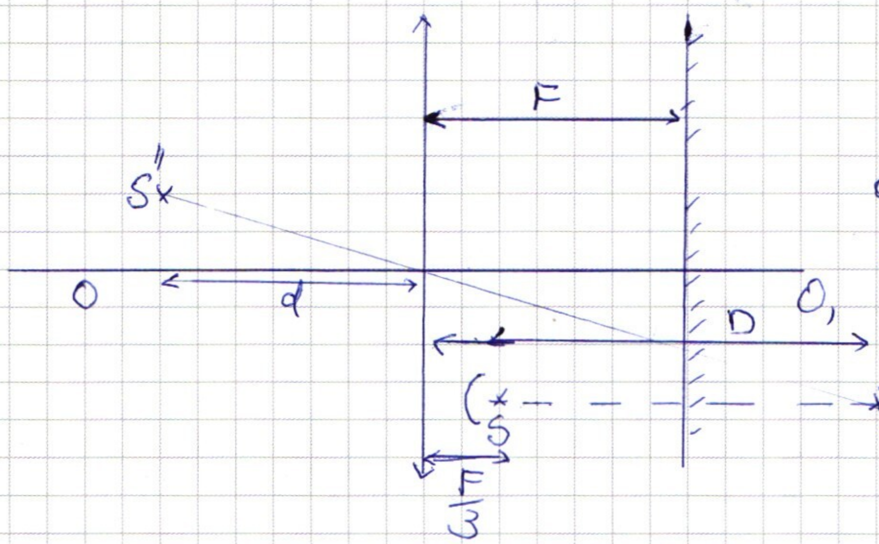
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5




1. Изображение в плоском зеркале будет находиться симметрично относительно плоскости зеркала, тогда $S'$ - изображение в зеркале $SS' = 2 \cdot \frac{2}{3}F = \frac{4}{3}F$.

2. Расстояние $D$ - между $S'$ и плоскостью линзы, $D = SS' + \frac{1}{3}F = \frac{5}{3}F$, $d$ - расстояние между плоскостью линзой и изображением $S''$ $S'$ в линзе, точка $S''$ - новое изображение. по правилу линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{D} = \frac{1}{F}$$

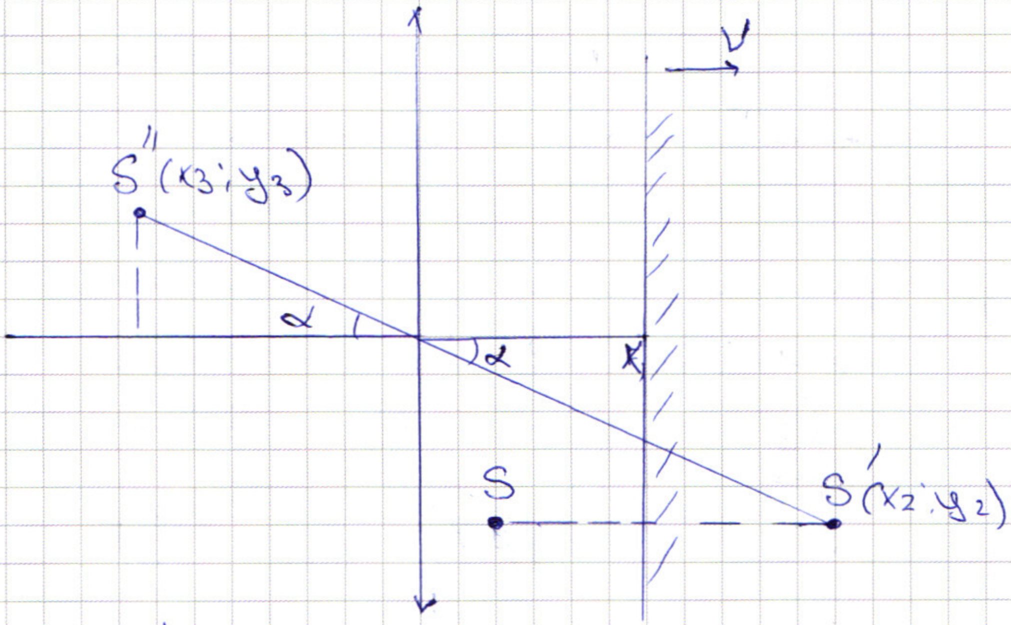
$$\frac{1}{d} + \frac{3}{5}F = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{2}{5}F$$

а) $d = \frac{5}{2}F$

№5

б) Зададим начало координат в центре линзы, пусть ~~Линза~~ плоскость зеркала имеет координату $x_1$, $S'(x_2; y_2)$ $S''(x_3; y_3)$, где $S'$ - изображение $S$ в зеркале, $S''$ - изображение $S'$ в линзе.




① для $S'$: $y_2 = \frac{8}{15}F$ по условию.

$x_2 = \cancel{2x+\frac{1}{3}F}\ 2(x_1 - \frac{1}{3}F) + \frac{1}{3}F = 2x_1 - \frac{1}{3}F$

② по правилу линзы для точки $S''$: $\frac{1}{x_3} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{F}$

из подобия треугольников:

$\frac{y_3}{x_3} = \frac{y_2}{x_2}$, из полученных уравнений:

$$x_3 = \frac{F(2x_1 - \frac{1}{3}F)}{2x_1 - \frac{4}{3}F}$$

$$\dot{x}_3 = \frac{(2F\dot{x}_1)(2x_1 - \frac{4}{3}F) - F(2x_1 - \frac{1}{3}F)(2\dot{x}_1)}{(2x_1 - \frac{4}{3}F)^2}$$, из условия

имеем $\dot{x}_1(0) = V$, $x_1(0) = F$ $x_3 = \frac{5}{2}F$,

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

③ $$\dot{x}_3(0) = \frac{(2FV)(2F-\frac{4}{3}F) - F(2F-\frac{1}{3}F)(2V)}{(2F-\frac{4}{3}F)^2} =$$

$$= V\left(\frac{\frac{4}{3}-\frac{10}{3}}{\frac{4}{9}}\right) = \frac{-9}{2}V$$

④ $$y_3 = \left(\frac{x_3}{x_2}\right)\left(\frac{8}{15}F\right) = \left(\frac{8}{15}F\right)\left(\frac{x_3}{2x_1-\frac{1}{3}F}\right)$$

$$\dot{y}_3 = \frac{\dot{x}_3(2x_1-\frac{1}{3}F) - x_3 2\dot{x}_1}{(2x_1-\frac{1}{3}F)^2}\left(\frac{8}{15}F\right)$$

учитывая, что
$\dot{x}_1(0) = V$
$x_3(0) = \frac{5}{2}F$
$\dot{x}_3(0) = \frac{-9}{2}F$

⑤ $$\dot{y}_3(0) = \frac{\left(-\frac{9}{2}V\right)(2F-\frac{1}{3}F) - \frac{5}{2}F\,2V}{(2F-\frac{1}{3}F)^2 \quad \left(\frac{15}{8}F\right)} =$$

$$= \frac{\left(-\frac{9}{2}\right)\left(\frac{5}{3}\right) - 5}{\left(\frac{5}{3}\right)^2}\cdot\left(\frac{8}{15}\right)V = -\frac{12}{5}V$$

б) $$\operatorname{tg}\alpha = \frac{|\dot{y}_3|}{|\dot{x}_3|} = \left(\frac{\frac{12}{5}}{\frac{9}{2}}\right) = \frac{8}{15}$$

в) $$V_3 = \sqrt{\dot{x}_3^2 + \dot{y}_3^2} = V\sqrt{\frac{81}{4}+\frac{144}{25}} = \sqrt{\frac{2601}{100}}V = \frac{51}{10}V = 5{,}1V$$

Ответ: а) $d = \frac{5}{2}F$ б) $\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{8}{15}\right)$ в) $V_3 = 5{,}1V$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N5

③ $\dot{x}_{3(0)} = \dfrac{(2FV)(2F-\frac{4}{3}F) - F(2F-\frac{1}{3}F)(2V)}{(2F-\frac{4}{3}F)^2} = V\left(\dfrac{\frac{4}{3}-\frac{10}{3}}{\frac{4}{9}}\right) =$

$= \cancel{V\left(\dfrac{-\frac{1}{3}}{\frac{4}{9}}\right) = -\frac{3}{4}V} = -\frac{9}{2}V$

④ $y_3 = \left(\dfrac{x_3}{x_2}\right)\left(\dfrac{8}{15}F\right) = \left(\dfrac{x_3}{2x_1-\frac{1}{3}F}\right)\left(\dfrac{8}{15}F\right)$

$\dot{y}_3 = \dfrac{\dot{x}_3(2x_1-\frac{1}{3}F) - x_3(2\dot{x}_1)}{(2x_1-\frac{1}{3}F)^2}\left(\dfrac{8}{15}\right)F$, учитывая, что

$\dot{x}_3(0) = -\frac{9}{2}V$

$\dot{x}_1(0) = V$

$x_{3(0)} = \frac{5}{2}F$

$x_1(0) = F$

⑤ $\dot{y}_3 = \dfrac{\left(-\frac{9}{2}V\right)(2F-\frac{1}{3}F) - \left(\frac{5}{2}F\right)(2V)}{(2F-\frac{1}{3}F)^2}\left(\dfrac{8}{15}F\right)$

$= \cancel{-\frac{15}{8}V}$

$tg\,\alpha = \left(\dfrac{|\dot{y}_3|}{|\dot{x}_3|}\right) = \cancel{\left(\dfrac{\frac{15}{8}}{\frac{3}{4}}\right) = \frac{5}{2}} = 2,5$

$\alpha = arctg\left(\frac{5}{2}\right)$

$V_3 = \sqrt{\dot{x}_3^2 + \dot{y}_3^2} = V($

$\frac{\cancel{12}^{4} \cdot 2}{5 \cdot \cancel{9}_{3}} = \frac{8}{15}$ 4,5

2,5 + 4,5

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

$= \frac{2}{5} \cdot \frac{8}{17} + \frac{3}{5} \cdot \frac{15}{17} = \frac{61}{5 \cdot 17}$

$\frac{4,5}{16}$ $\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta =$

$= \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17} - \frac{2}{5} \cdot \frac{15}{17}$

$\frac{24-30}{}$

$\frac{6}{5 \cdot 17} - 61 \cdot \frac{15}{8}$

1098

$c = 90 - \alpha - \beta$

$\dot{x}_1 = V_1$ $\quad$ $x_1 = l\cos(\beta)$

$\dot{y}_1 = 0$ $\quad$ $y_1 = 0$

$\dot{x}_2 = V\sin(c)$ $\quad$ $x_2 = 0$

$\dot{y}_2 = V\cos(c)$ $\quad$ $y_2 = l\sin(\beta)$

$l^2 = (x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2$

$(l^2)'_t = 0 = 2(x_2 - x_1)(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + 2(y_2 - y_1)(\dot{y}_2 - \dot{y}_1)$

$= 2(V\sin c - V_1)(+l\cos\beta) + 2(l\sin\beta)(V\cos c)$

$V_1 = (\sin(c) + \cos(c)\,tg\beta)V$

$V_{отн} =$

$\frac{16+45}{5 \cdot 17} \cdot \frac{15}{8}$

$\sin(\alpha+\beta)\ \frac{61}{85}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$0 = 2(x_2 - x_1)(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + 2(y_2 - y_1)(\dot{y}_2 - \dot{y}_1)$$

$$\sin\alpha+\beta = \frac{61}{17\cdot 5}$$

$$\cos\alpha+\beta = \frac{-6}{17\cdot 5}$$

$$\frac{3}{5} = \frac{5}{2} : \frac{3}{2}$$

$$\frac{\frac{5}{2}}{\frac{3}{2}}$$

$$\frac{(40)^2\left(\frac{61}{17\cdot 5}\right)^2 + \left((40)\left(\frac{-6}{17\cdot 5}\right) - 51\cdot\right)^2_{17}}{e\ \frac{64}{17^2}}$$

$$(v_2 - v_1)(v_2 + v_1)\, v_1,\ p_1 \quad \frac{p_2}{2}$$

$$\frac{2}{(p_1 + p_2)(v_2 - v_1)}$$

$$\frac{p_1 v_2}{v_1} = p_2$$

$$\left(\frac{p_1}{v_1}\right) v$$

$$\frac{3}{2} \Big| \frac{1}{4} - 1$$

$v_2^2 \quad v_1 \qquad p_1 v_2$

$$\frac{\left(\frac{v_2}{v_1} - 1\right)\left(1 + \frac{p_2}{p_1}\right)}{\cancel{2}} + 3\left(\frac{p_2 v_2}{p_1 v_1} - 1\right)$$

$$\left(\frac{v_2}{v_1} - 1\right)\left(1 + \frac{p_2}{p_1}\right)$$

$$p_2 = v_2 \frac{p_1}{v_1}$$

$$\left(\frac{p_1}{v_1}\right)$$

$$v_2^2 \frac{p_1}{v_1}$$

$$\frac{8\cdot 9}{15} = \frac{58}{9} - \frac{8}{15}\cdot\frac{58}{19}$$

$$\frac{8\cdot 5\cdot 17}{867} = \frac{}{-6}$$

$$\cos(\alpha+\beta) = \frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17} - \frac{15}{17}\cdot\frac{2}{5}$$

$\frac{61}{17}$ 867 58

867 48 918 9.01

(2)

$$\frac{F(2A - \frac{1}{3}A)}{2A - \frac{4}{3}A}$$

$$\frac{\frac{5}{3}}{\frac{2}{3}} = \frac{5}{2}$$

$u_1 a^3$

$$\frac{\left(\frac{v_2^2}{v_1^2}-1\right) + 2\left(1-\frac{v_2}{4}\right)}{4\left(\frac{v_2^2}{v_1^2}-1\right)}$$

$n^2 - 2n + 1$

$2 = E$

$u_1 = 6$

4

$1 - \frac{u}{d} \frac{5}{8} t$

$u_1 - \frac{u_1^2}{d} \frac{5}{8} t - 0$

$\frac{u_1^2}{d} \frac{5}{8} t$

$+48 + 51 \cdot 1$

$u_1 - E$

$8 = \frac{64 \cdot 61^2 + (815)^2}{64e}$

$t - u - t$

$x_1 = \frac{(40)^2 \frac{61^2}{2} + (40 \cdot \frac{6}{7} - 51)^2}{2 \frac{64}{2}}$

$\frac{1}{1{,}6}$ $\frac{5}{8}$ $8 \cdot 0{,}8$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{45}{16}$

$\frac{\sin^2(\alpha+\beta)}{\cos^4\beta}$ $\frac{17}{15}R$

61

$\frac{1}{2}$

$61\cdot150$

$\frac{\frac{61^2}{\cancel{17}^2}\cdot(\cancel{60})^2}{\frac{82}{17^2}e}$

$\frac{61^2}{\frac{64}{17^2}e}$

$\frac{8}{17}\cdot\frac{2}{5}+\frac{3}{5}\cdot\frac{15}{17}$ $\frac{150}{}$

$\sin(\alpha+\beta)\,\mathrm{tg}\beta$

85

$61\cdot150$

$\frac{3}{150}$

$\frac{61}{150}$

96

9150

$\frac{3+21}{64}$

$\frac{3+2}{366}$ 1

$\frac{19}{19}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

☑ 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

$\sin\beta = \frac{15}{17}$

$\sin\alpha = \frac{2}{5}$

$\frac{16}{5} + 9$ over $8$

$\frac{45+16}{40}$  $\frac{61}{40}$

$(\cos(\alpha+\beta) - \sin(\alpha+\beta)\,tg\beta)$

$= \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta - (\sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta)\frac{\sin\beta}{\cos\beta}$

$= \frac{4\cdot 8}{5\cdot 17} - \frac{15\cdot 2}{17\cdot 5} - \left(\frac{4\cdot 2}{5\cdot 8} + \dots\right)\cdot\frac{8}{15}$

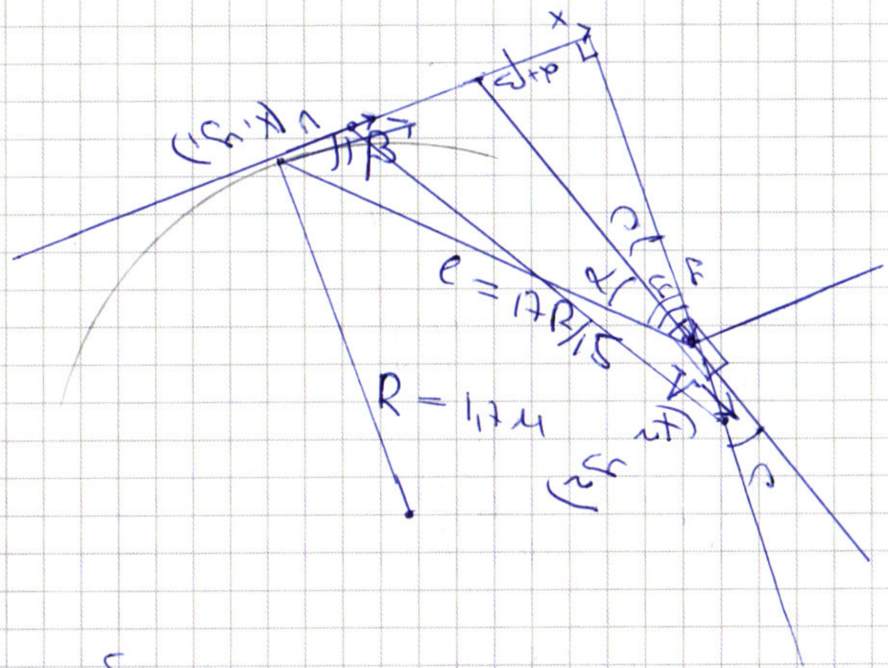
$\frac{24}{17\cdot 5} - \frac{30}{17\cdot 5} -$

$\frac{6}{17\cdot 5} + \frac{61}{85}\cdot\frac{8}{15}$

$17\cdot 5 = 85$

$61 \cdot 15 = 915$, $915 + 48 = 963$

$963 : 85$




$$(V\sin(c) - V_1)(\cancel{\ell}\cos\beta) = \cancel{\ell}\sin\beta\, V\cos c$$

$$V\sin(c) - V_1 = V\cos c\, tg(\beta)$$

$$V_1 = V(\sin(c) - \cos(c)\, tg(\beta))$$

$$V_{отн} = \sqrt{(\dot{x}_2 - \dot{x}_1)^2 + (\dot{y}_2 - \dot{y}_1)^2} =$$

$$= \sqrt{(V\sin(c) - V_1)^2 + V\cos(c)^2} =$$

$$= V\sqrt{\cos(c)^2\, tg^2(\beta) + \cos^2(c)}$$

$$= V\sqrt{(tg^2(\beta) + 1)\cos(c)} = V\frac{\cos c}{\cos\beta}$$

$\omega = 90 - \alpha$

$\beta = 90 - \alpha - \omega$

$c = 90 - \alpha - \omega$

$$-\ell\cos\beta\,\ddot{x}_1 + (V\sin(c) - V_1)^2 + V^2\cos^2(c) = 0$$

$$= 0 = \ddot{x}_1 x_1 + \cancel{\ell}(\dot{x}_2 - \dot{x}_1)^2 + \cancel{\ell}\dot{y}_2^2$$

$$= 0 = \cancel{\ell}(\cancel{x_2} - x_1)(\ddot{x}_2 - \ddot{x}_1) + \cancel{\ell}(\dot{x}_2 - \dot{x}_1)(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + \cancel{\ell(y_2 - y_1)(\ddot{y}_2 - \ddot{y}_1)} + \cancel{\ell}(\dot{y}_2 - \dot{y}_1)^2$$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$x_3 = \dfrac{F(2x_1 - \frac{1}{3}F)}{2x_1 - \frac{4}{3}F}$

$\frac{6 \cdot 3}{4} = \frac{9}{4}$

$\dot{x}_3 = \dfrac{(F 2\dot{x}_1)(2x_1 - \frac{4}{3}F) - 2\dot{x}_1 F(2x_1 - \frac{1}{3}F)}{(2x_1 - \frac{4}{3}F)^2}$

$\dfrac{2VF(\frac{2}{3}) - 2V(\frac{5}{3})}{(\frac{2}{3})^2}$

$\dfrac{-6 \cdot 3}{4} = \frac{8}{15}$

$\frac{\frac{4}{3} - \frac{10}{3}}{\ldots}$ $= \dfrac{\frac{9}{16}}{5 - \frac{4}{5}}$

$\frac{8}{15} \cdot \dfrac{(\frac{3}{2})^2}{(\frac{2}{3}) - (\frac{5}{3})(\frac{-1}{5})}$

$\dfrac{(-\frac{9}{2})(\frac{5}{3}) - 5}{(\frac{5}{3})^2} = \frac{9}{25} \cdot \frac{2}{2} \cdot 8 \cdot \frac{8}{15}$

$\frac{4}{5} \cdot \frac{28}{5} \cdot 9\ 3$

$\dfrac{\frac{15}{2} + \frac{10}{2}}{\frac{25}{9}} \cdot \frac{8}{15} = \frac{\cancel{2}5 \cdot 8 \cdot 9}{15 \cdot 25} = \frac{12}{25}$

$\frac{15 \cdot 4}{3 \cdot 8} = \frac{5}{2}$

$\frac{9}{16} + \frac{225}{64}$

$\frac{237}{64}$

12

36

$\frac{261}{5} = \frac{12}{5}$

$\frac{81}{4} + \frac{144}{25} = \frac{2025 + 576}{100}$

$\frac{3}{16}$ $\times 16$ $96$ $16$ $256$

$81$ $\times 25$ $405$ $162$ $2025$

$144 \times 4 = 576$

$\frac{8}{6} =$ $\frac{3}{\frac{6}{1}}$ $\frac{2}{3 \cdot 8}$

$$\frac{1}{x_3} = \frac{1}{F} - \frac{1}{x_2}$$

$$x_3 = \frac{F x_2}{x_2 - F} =$$

$$= \frac{F(2x_1 - \frac{1}{3}F)}{2x_1 - \frac{4}{3}F}$$

$$\frac{61}{85}$$

$$\frac{(2)\left(\frac{2}{3}\right) - \left(\frac{5}{3}\right)}{\left(\frac{2}{3}\right)^2}$$

$$\frac{8}{3} \cdot \frac{1}{3}$$

$$(8 - 9 - 51 \cdot 17)^2$$

$$\frac{(64 \cdot 61)^2}{64e}$$

$$(8F - V)(2F - \frac{4}{3}F)$$

$$\frac{(8F\dot{x}_1)(2x_1 - \frac{4}{3}F) - F(2x_1 - \frac{1}{3}F)(2\dot{x}_1)}{(2x_1 - \frac{4}{3}F)^2}$$

$$0 = l\cos(\beta)(V\sin(c) - V_1) + (l\sin(\beta))(V\cos(c))$$

$$V_1 - V\sin c = tg\beta \, V\cos c$$

$$V_1 = V(tg\beta\cos(c) + \sin(c))$$

$$Q =$$

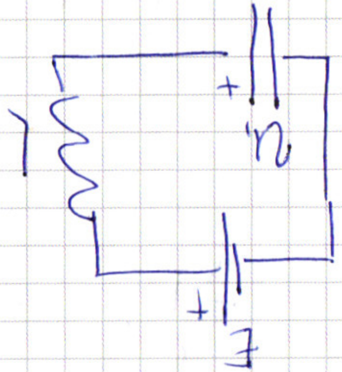
$$Q = A\cos\omega t + EC$$

$$10^{-6} \cdot 0.01 \cdot 100$$

$$\frac{Q}{C} + L\ddot{Q} = E$$

$10^{-5}$

$10^{-6}$




☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)