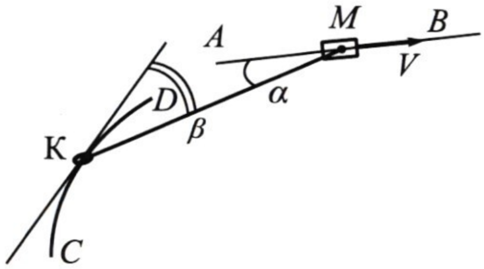
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-01

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

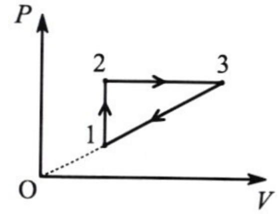
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0{,}1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1{,}9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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



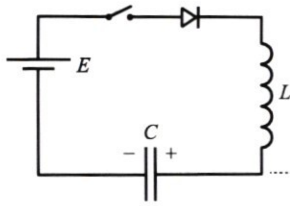
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная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

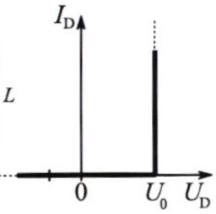
1) Найдите скорость V_1 частицы при вылете из конденсатора.
2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.
3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

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.

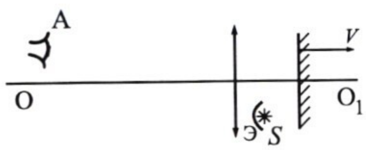
1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.





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.

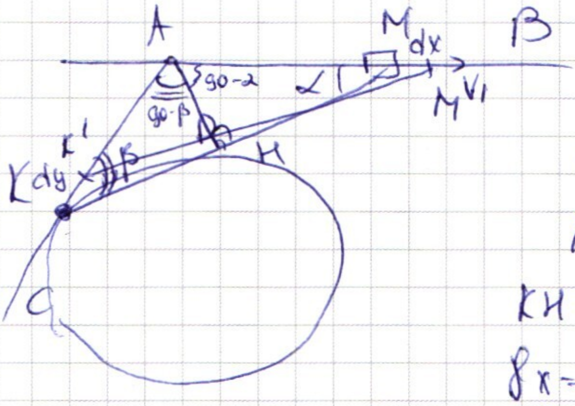
1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)
3) Найти скорость изображения в этот момент.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№1

Обозначим $AK = 5y$, $AM = 17x$

AH - высота. $HM = 17x \cdot \frac{15}{17} = 15x$

$AH = \sqrt{17^2x^2 - 15^2x^2} = 8x$

$KH = 5y \cdot \frac{4}{5} = 4y$ $\quad AH = \sqrt{5^2y^2 - 4^2y^2} = 3y$

$8x = 3y \rightarrow y = \frac{8}{3}x$

$KH + HM = 4y + 15x = \frac{5}{3}R$

$\frac{8}{3}x \cdot 4 + 15x = \frac{5}{3}R \rightarrow x = \frac{5}{77}R \quad y = \frac{40}{231}R$

$AK = 5y = \frac{200}{231}R \quad AM = 17x = \frac{85}{77}R$

$\cos\angle KAM = \cos(90-\beta + 90-\alpha) = \sin\beta\sin\alpha - \cos\beta\cos\alpha =$

$\frac{8}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} = -\frac{36}{85}$

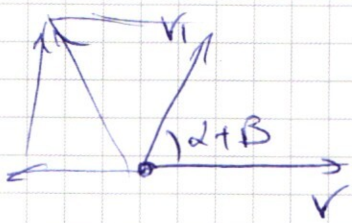
Рассмотрим малое смещение муфты M dx, тогда K сдвинется на dy, а все остальное останется из-за малости

По теор. косин: $AK'^2 + AM'^2 - 2AK'AM'\cos\angle KAM = \left(\frac{5}{3}R\right)^2$

$\left(\frac{200}{231}R - dy\right)^2 + \left(\frac{85}{77}R + dx\right)^2 + 2\left(\frac{200}{231}R - dy\right)\left(\frac{85}{77}R + dx\right)\frac{36}{85} = \frac{25}{9}R^2$

Раскрываем скобки: $dy = \dfrac{\frac{120}{77} + \frac{36}{85} \cdot \frac{400}{231}}{\frac{400}{231} + \frac{170}{77} \cdot \frac{36}{85}} dx \approx \frac{4485}{5236} dx$

$V' = \frac{dy}{dt} = \frac{4485}{5236}\frac{dx}{dt} = \frac{4485}{5236}V \approx$ ~~160 см/с~~ ≈ 60 см/с



$\overline{V}_{отн.} = \overline{V}'_1 - \overline{V}$

$|\overline{V}_{отн.}| = \sqrt{V_1'^2 + V^2 - 2V'V\cos(\alpha+\beta)} = \sqrt{3600 + 4624 - 2 \cdot 8160 \cdot \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{15}{17} - \frac{3}{5} \cdot \frac{8}{17}\right)} \approx 70$ см/с

Ответ: 1) 60 см/с 2) 70 см/с

№4

В начальный момент времени E и U, направлены в разные стороны, но $E - U_1 = 5B$, поэтому ток пойдет по часовой ~~во~~ направлению диода.

$E = LI' + U_1 \;\; \to I' = \frac{E - U_1}{L} = \frac{4}{0,1} = 40 \frac{A}{c}$

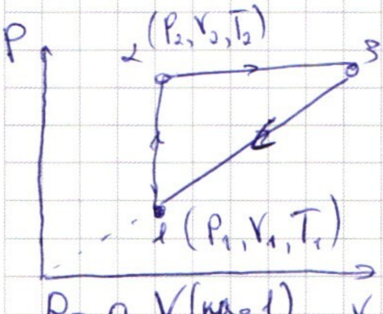
Конденсатор будет перезаряжаться пока U в цепи будет $> 1B$, потом диод перестанет пропускать ток, $U_2 = E - U_0 = 8B$

Ответ: 1) $I' = 40 \frac{A}{c}$, 3) $U_2 = 8B$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



$P = aV$ (на 31)

По условию: $P_2 = P_3$, $V_2 = V_1$.

$$Q_{12} = A_{12} + T_{12} = \int_{V_1}^{V_2} P\,dV + \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(P_2V_2 - P_1V_1) = \frac{3}{2}V_1(P_2 - P_1)$$

$$Q_{23} = A_{23} + T_{23} = P_2(V_3 - V_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) = P_2V_3 - P_2V_2 + \frac{3}{2}P_3V_3 - \frac{3}{2}P_2V_2 = P_2\frac{5}{2}(V_3 - V_2)$$

$$Q_{31} = \int_{V_3}^{V_1} P\,dV + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1) = a\int_{V_3}^{V_1} V\,dV + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1) = \frac{a}{2}(V_3^2 - V_1^2) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1)$$

a – угол наклона прямой 13

$$C_{12} = \frac{Q_{12}}{(T_2 - T_1)\nu} = \frac{3}{2}R \qquad C_{23} = \frac{Q_{23}}{(T_3 - T_2)\nu} = \frac{P_2V_3 - P_2V_2 + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2)}{(T_3 - T_2)\nu} = \frac{\nu RT_3 - \nu RT_2 + \frac{3}{2}\nu RT_3 - \frac{3}{2}\nu RT_2}{(T_3 - T_2)\nu} = \frac{5}{2}R$$

Повышение T происходило на 12 и 23

1) $\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3}$

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2}P_2(V_3 - V_2)}{P_2(V_3 - V_2)} = \frac{5}{2}$

3) $$\eta = 1 - \frac{Q_x}{Q_н} = 1 - \frac{Q_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = 1 - \frac{\frac{a}{2}(V_3 - V_1)(V_3 + V_1) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1)}{\frac{3}{2}V_1(P_2 - P_1) + \frac{5}{2}P_2(V_3 - V_2)} =$$

$$1 - \frac{\frac{a}{2}(V_3^2 - V_1^2) + \frac{3}{2}(P_3V_3 - P_1V_1)}{\frac{3}{2}P_2V_1 - \frac{3}{2}P_1V_1 + \frac{5}{2}P_2V_3 - \frac{5}{2}P_2V_2} = 1 - \frac{a}{2}(V_3^2 - V_1^2) + \frac{3}{2}a(V_3^2 - V_1^2)$$

$$\left(\begin{aligned} P_1 &= aV_1 \\ P_2 &= P_3 = aV_3 \end{aligned}\right)$$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$ 2) $\frac{5}{2}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

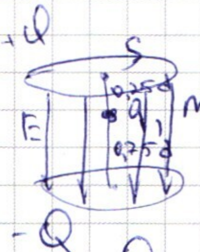
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3



Поле $E = \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{Q}{S\varepsilon_0}$ однородно вблизи оси, S - площ. обкл., поэтому движение частицы будет равноускоренным с $a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \gamma \frac{Q}{S\varepsilon_0}$. $\gamma \neq 0$ т.к. тогда частица бы осталась на месте.

1) ~~Если~~ т.к. $q > 0$ и $\gamma > 0$ то частица полетит к нижней обкладке $(-Q)$ и пройдет $l = 0{,}75d$.

$\cancel{V = aT}$ $\frac{aT^2}{2} = 0{,}75d \to \gamma \frac{Q}{2S\varepsilon_0}T^2 = 0{,}75d \to Q = \frac{2\cdot 0{,}75d \cdot S \cdot \varepsilon_0}{T^2 \gamma}$

$V_1 = aT = \gamma \frac{Q}{S\varepsilon_0} T = \gamma \frac{2\cdot 0{,}75d \cdot S \cdot \varepsilon_0}{T^2 \gamma S\varepsilon_0} T = \frac{2\cdot 0{,}75d}{T} = \frac{1{,}5d}{T}$

$V_2 = V_1$, т.к. снаружи конденсатора поля нет, значит движение будет равномерным.

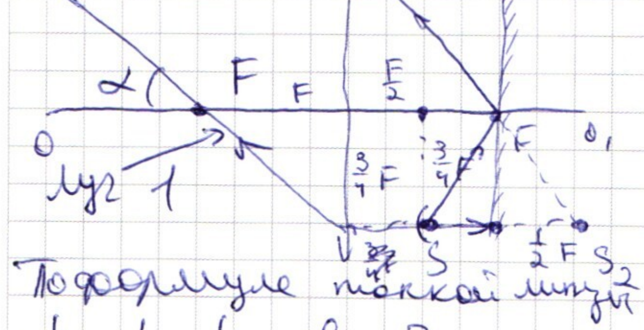
~~2) Если $q < 0$ и $\gamma < 0$, то частица полетит к $+Q$~~

~~$\frac{aT^2}{2} = 0{,}25$~~

Ответ: 1) $V_1 = \cancel{\frac{0{,}25d}{T}}\ \frac{1{,}5d}{T}$ 2) $Q = \frac{1{,}5dS\varepsilon_0}{T^2\gamma}$

3) $V_2 = \frac{1{,}5d}{T}$

№5



S_2 - мнимый источник, располож. за зеркалом, им можно заменить зеркало и источник S.

d - расстояние от изобр. S_3 до линзы

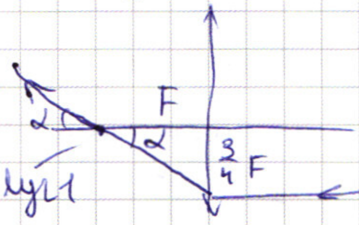
f - расстояние от S_2 до линзы

По формуле тонкой линзы

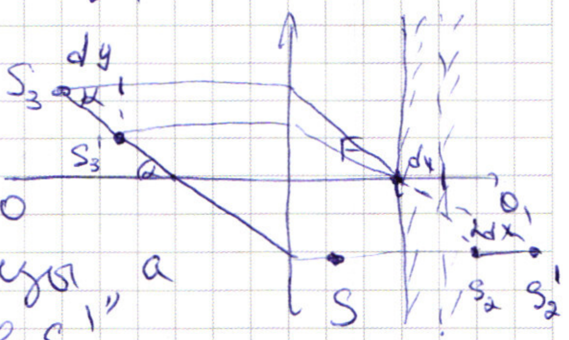
$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$, $f = \frac{3}{2}F \to d = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{1}{f}} = \frac{1}{\frac{1}{F} - \frac{2}{3}\frac{1}{F}} = 3F$

S и S_2 находятся на одинаковом расстоянии $\frac{3}{4}F$ от OO, всегда, поэтому луч 1 всегда будет идти таким образом через левый фокус, а изображение S_3 будет двигаться по нему,

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{\frac{3}{4}F}{F}\right) = \operatorname{arctg}\frac{3}{4} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{4}{5}$$



Пусть зеркало сместилось на dx



тогда ~~изобр~~ источник S_2 сместился в S_2' на $2dx$ относительно линзы, а S_3 приблизился к линзе на dy в S_3'.

$f' = f + 2dx \quad d' = d - dy \quad dx = v\,dt$

$$\frac{1}{f'} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{F} \to \frac{1}{f+2dx} + \frac{1}{d-dy} = \frac{1}{F} \to \frac{1}{\frac{3}{2}F+2dx} + \frac{1}{3F-dy} = \frac{1}{F}$$

$$3F - dy + \frac{3}{2}F + 2dx = \frac{\left(\frac{3}{2}F+2dx\right)(3F-dy)}{F}$$ пренебрегаем $dxdy$ из-за малости

$$\cancel{3F} - dy + \cancel{\frac{3}{2}F} + 2dx = \cancel{\frac{9}{2}F} + 6dx - \frac{3}{2}dy$$

$dy = 2\cdot 4dx = 8dx = 8v\,dt$ $\quad$ ~~$\frac{dy}{dt} = 8v =$~~

S_3 сместилось на $dl = \frac{dy}{\cos\alpha}$ в S_3': $dl = \frac{5}{4}\,8v\,dt = 10v\,dt$

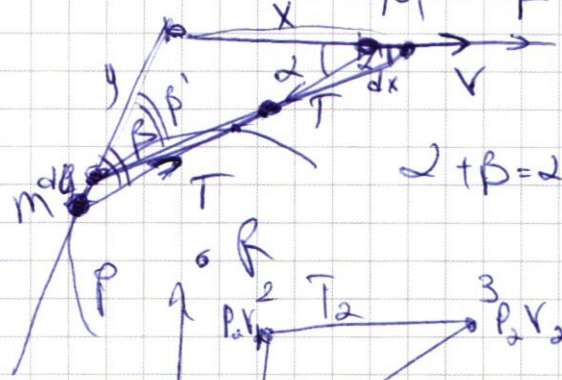
$v' = \frac{dl}{dt} = 10v$ – скорость изобр.

Ответ: 1) $d = 3F$ 2) $\alpha = \operatorname{arctg}\frac{3}{4}$ 3) $v' = 10v$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



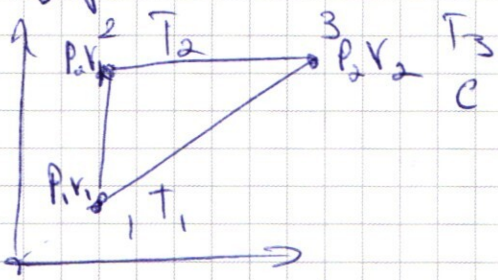
$F = T\cos\alpha$

$ma = T\cos\beta$

$\alpha + \beta = \alpha' + \beta'$

$\frac{225}{289} + \frac{16}{25}$

$15 \cdot 15 = 75,\ 15,\ 225$ $\quad 17 \cdot 17 = 119,\ 17,\ 289$



$$\frac{\cancel{A_{12}} + Q_{12}}{T_2 - T_1} = \frac{\frac{3}{2}R(T_2 - T_1)}{\ }\quad \frac{3}{2}R$$

$$\frac{P_2(V_2 - V_1) + \frac{3}{2}R(T_3 - T_1)}{P_2(V_2 - V_1)}$$

$P = \alpha$

$Q_{12} = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1)$

$Q_{23} = R(T_3 - T_1) + P_2$

$$1 + \frac{3}{2}\frac{R\,\cancel{T_3 - T_1}}{R\,\cancel{T_3 - T_1}}$$

$Q_{31} = \int P\,dV + \frac{3}{2}R(T_3 - T_1) = \frac{aV^2}{2} + \frac{3}{2}R(T_3 - T_1) = \frac{a(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)}{2}$

$\eta = 1 - \cancel{\frac{aV^2}{2} + \frac{3}{2}R}$

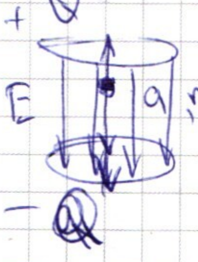
$$\frac{\frac{a(V_2 - V_1)(V_2 + V_1)}{2} + \frac{3}{2}R(T_3 - T_1)}{\frac{3}{2}R(T_2 - T_1) +}$$

$(x + dx)^2 + (y - dy)^2 - 2(x + dx)(y - dy)\cos\alpha =$

$x^2 + y^2 - 2xy\cos\alpha$

$2x\,dx + 2y\,dy$

$-2x\,dy\cos\alpha - 2y\,dx\cos\alpha = 0$



$F = qE \qquad ma = qE$

$a = \frac{q}{m}\frac{Q}{S\varepsilon_0} \qquad E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{S\varepsilon_0}$

$\frac{at^2}{2} = \frac{qQt^2}{2S\varepsilon_0} = 0{,}75\,d$

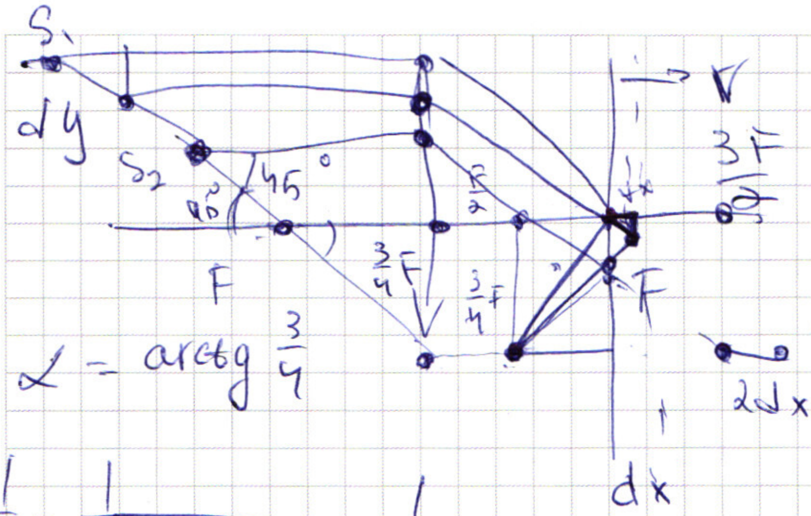
$x\,dx + y\,dy + x\,dy\cos\alpha - y\,dx\cos\alpha$

$dx(x - y\cos\alpha) = dy(y - x\cos\alpha)$

$at = V \qquad \frac{dy}{dx} = \frac{x - y\cos\alpha}{y - x\cos\alpha}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



$\alpha = \operatorname{arctg}\frac{3}{4}$

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

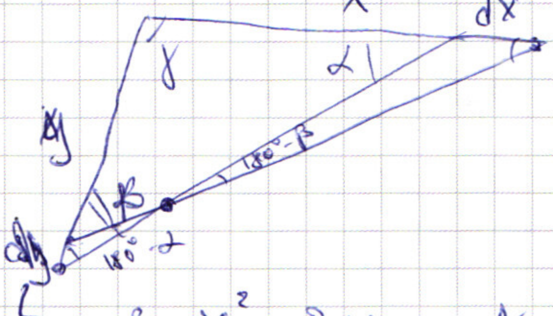
$\frac{2}{3}\frac{1}{F} + \frac{1}{F} - \frac{2}{3}\frac{1}{F} = \frac{1}{d}$

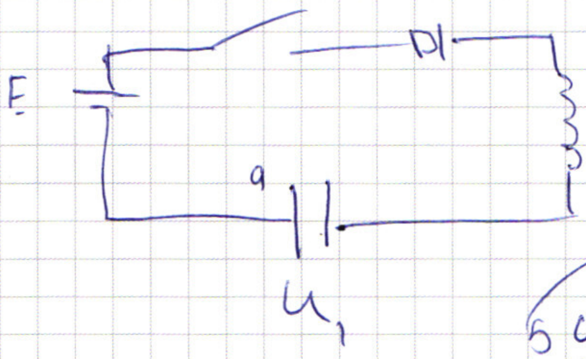
$\frac{1}{3}\frac{1}{F} = \frac{1}{d}$

$d = 3F$

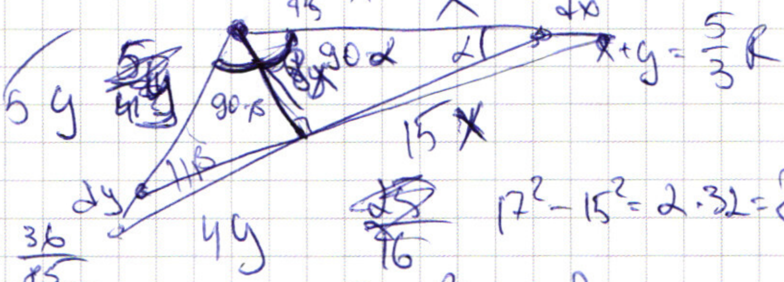
$\frac{1}{F} - \frac{1}{\frac{3}{2}F + 2dx} = \frac{1}{d + dy}$

$\frac{1}{F} - \frac{2}{3F + 2dx} = \frac{1}{d + dy}$





$y^2 + x^2 - 2xy\cos\gamma = \frac{25}{9}R^2$



$17^2 - 15^2 = 2 \cdot 32 = 8$

$E =$

$\frac{x - y\cos\gamma}{y - x\cos\alpha} = \frac{\frac{85}{77}R + \frac{200}{231}R\,\frac{36}{85}}{\frac{200}{231}R + \frac{85}{77}\cdot\frac{36}{85}R} =$

$\begin{cases} 3y = 8x \\ 4y + 15x = \frac{5}{3}R \end{cases}$

$y = \frac{200}{231}R$

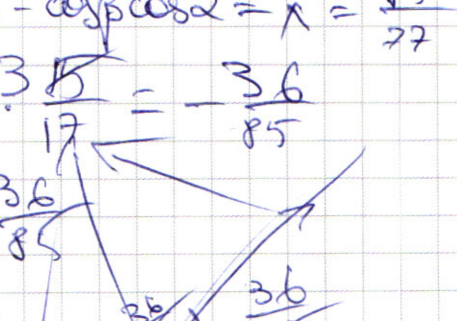
$\cos\gamma = \sin\beta\sin\alpha - \cos\beta\cos\alpha = x = \frac{85}{77}R$

$\frac{32}{3}x + 15x = \frac{5}{3}R$

$\frac{3}{5}\cdot\frac{8}{17} - \frac{4}{5}\cdot\frac{15}{17} = -\frac{36}{85}$

$x = \frac{3}{77}\frac{5}{3}R = \frac{5}{77}R$

$\frac{\frac{85}{77} + \frac{200}{77\cdot 3}\cdot\frac{36}{85}}{\frac{200}{77\cdot 3} + \frac{85}{77}\cdot\frac{36}{85}}$



$y = \frac{8}{3}\frac{5}{77}R = \frac{40}{231}R$

$\frac{2}{3F}$

$\frac{3F - dy + \frac{3}{2}F + 2dx}{(\frac{3}{2}F + 2dx)(3F - dy)} = \frac{1}{F}$

$3F^2 - Fdy + \frac{3}{2}F^2 + 2Fdx =$

$\frac{9}{2}F^2 - \frac{3}{2}Fdy + 6Fdx - 2dxdy$

$\frac{dy}{2} = 4dx \quad dy = 8dx$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Т.к. нам нужны только молярные теплоемкости, то для удобства возьмем)

$$\frac{\frac{a}{2}(V_3-V_1)(V_3+V_1)+\frac{3}{2}P_3V_3-\frac{3}{2}P_1V_1}{\frac{3}{2}P_2V_1-\frac{3}{2}P_1V_1+\frac{5}{2}P_2V_3-\frac{5}{2}P_2V_2} = \qquad \frac{3}{2}aV_3^2-\frac{3}{2}aV_1^2$$

$$\frac{(V_3^2-V_1^2)\left(\frac{a}{2}+\frac{3}{2}a\right)}{\frac{3}{2}aV_1V_3-\frac{3}{2}aV_1^2+\frac{5}{2}aV_3^2-\frac{2}{2}aV_1V_3} =$$

$$\frac{(V_3^2-V_1^2)5}{5V_3^2-3V_1^2-2V_1V_2} = 1-\frac{5V_3^2-5V_1^2-2V_1^2+2V_1V_3}{5V_3^2-2V_1V_3-3V_1^2}$$

$$\frac{2(V_1^2-V_1V_3)}{} = \frac{2V_1(V_1-V_3)}{5V_3^2-2V_1V_3-3V_1^2}$$

$68\cdot6=408$; $75\cdot17=525+75=3575$; $68\cdot68=544+408=4624$; $\frac{3575}{22}=$; $22\cdot160$; $22\cdot16=110+22=3520$

$$\left(\frac{200}{231}\right)^2R^2-\frac{400}{231}Rdy+\left(\frac{85}{77}\right)^2R^2+\frac{170}{77}Rdx+\frac{400\cdot85}{231\cdot77}R\frac{36}{85}$$

$$+\frac{36}{85}\frac{400}{231}dxR-\frac{36\cdot170}{85\cdot77}Rdy=\frac{25}{9}R^2$$

$$dy\left(\frac{400}{231}+\frac{36\cdot170}{85\cdot77}\right)=\left(\frac{170}{77}+\frac{36}{85}\cdot\frac{400}{231}\right)dx$$

$85\cdot17=595+85=1445$

$$\frac{85+\frac{40\cdot 72}{3\cdot 85}}{200+\frac{36}{3}} \qquad \frac{85+\frac{480}{17}}{\frac{200}{3}+36} = \frac{\frac{1445}{17}}{\frac{308}{3}} = \frac{1445\cdot3}{17\cdot308} = \frac{4485}{5236}$$

$$\frac{68}{5236}=\frac{34}{2618}=\frac{17}{1309} \qquad \frac{17\cdot4485}{1390}=\frac{17\cdot900}{262}=$$

$308\cdot17=2156+308=5236$

$$\frac{17\cdot300}{88} \qquad \frac{17\cdot75}{22}$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

8224 – 8160 $\frac{36}{85}$

8200 4 $\frac{50}{85}$ 70

$E = LI' + \frac{q}{C} U_1$

$E = LI' + \frac{q - \Delta q}{C}$

$Lq'' + \frac{1}{C} q = E$

$q = q_0 \cos(\omega t + \varphi) \quad q'' = -\omega^2 q_0 (\cos \omega t + \varphi)$

$-LC\omega^2 q_0 \cos(\omega t + \varphi) + \frac{q_0}{C} \cos(\omega t + \varphi) = E$

$\frac{E}{q_0} = \cos(\omega t + \varphi)(1 - LC\omega^2)$

$I = \omega q_0$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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