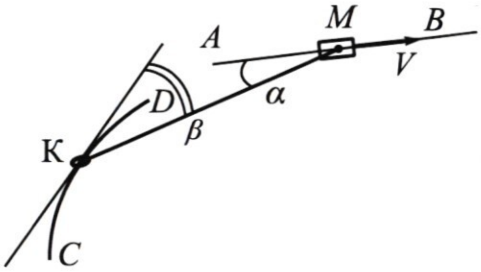
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

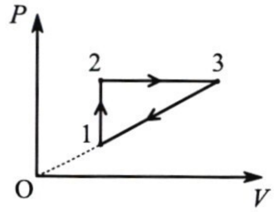
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

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.



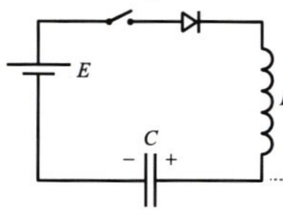
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

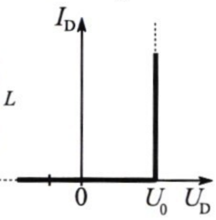
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная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

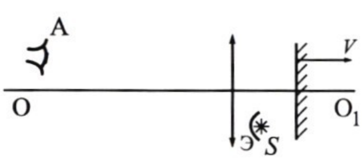
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 =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

Дано:

$v = 68\ \frac{см}{с}$

$m = 0{,}1$ кг

$R = 1{,}9$ м

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

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

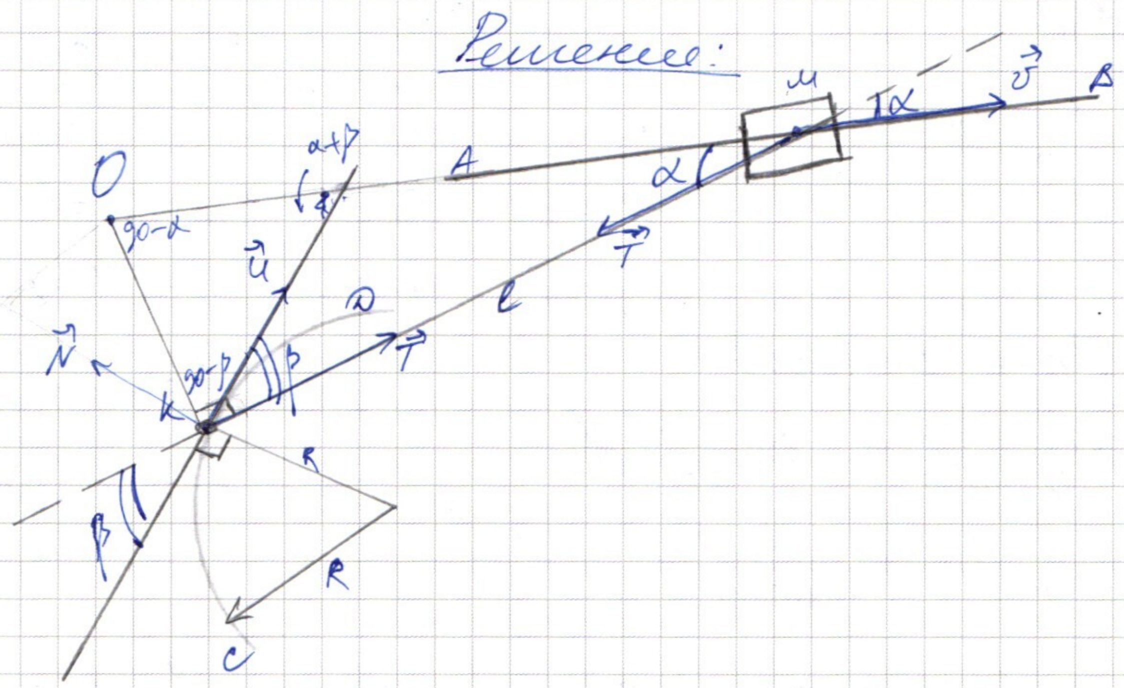
$\cos\beta = \frac{4}{5}$

1) u – ?

2) $u_{отн}$ – ?

3) T.

Решение:



u – скорость кольца K в рассматриваемый момент времени.

1) Т.к. нить натянута и нерастяжима, то проекции скоростей M и K на эту нить должны быть равны

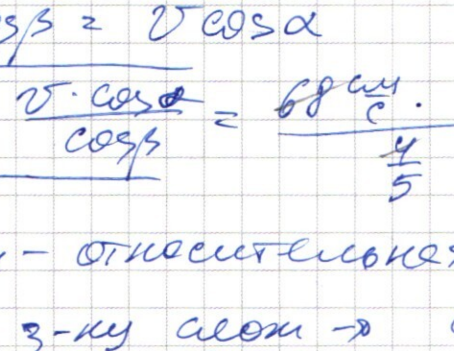
$u\cos\beta = v\cos\alpha$

$$\boxed{u = \frac{v\cdot\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{68\frac{см}{с}\cdot\frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = 75\frac{см}{с}}$$

2) $u_{отн}$ – относительная скорость ~~кольца~~ кольца

По з-ну слож-я скоростей:

$\vec{v}_{отн} = \vec{u} - \vec{v}$



~~$v_{отн}^2 = v^2 + u^2 - 2v\cdot u\cdot\cos(\alpha+\beta)$~~

~~По теореме косинусов.~~

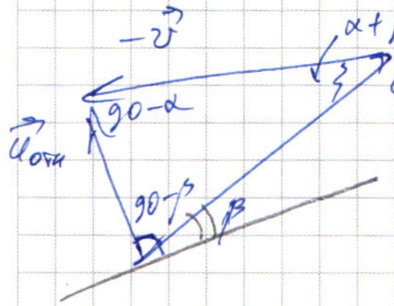
~~$v_{отн}^2 = v^2 + u^2 - 2vu(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta)$~~

$v_{отн}^2 = v^2 + u^2 - 2v\cdot u\cdot$

$\cancel{v_{отн}^2 = v^2+u^2-2v\cdot u\cdot\cos(\alpha+\beta)}$

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

СО связанная с муфтой явл инерциальной



$u\cos\beta = v\ \cancel{\sin}\cos\alpha$

$u\sin(90-\beta) = v\sin(90-\alpha)$ ⇒

угол между v и u = $\alpha+\beta$

⇒ угол между $u_{отн}$ и u = $90^\circ-\beta$,

а угол между v и u = $90^\circ-\alpha$.

По т. синусов.

$$\frac{\sin(\alpha+\beta)}{u_{отн}} = \frac{\sin(90-\alpha)}{v}$$

$$u_{отн} = \frac{v\cdot\sin(\alpha+\beta)}{\cos\alpha}$$

$\cos\alpha = \frac{15}{17} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{8}{17}$

$\cos\beta = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin\beta = \frac{3}{5}$

$$\sin(\alpha+\beta) = \sin\alpha\cos\beta + \sin\beta\cos\alpha = \frac{8}{17}\cdot\frac{4}{5}+\frac{3}{5}\cdot\frac{15}{17} =$$

$$= \frac{8\cdot4+3\cdot15}{17\cdot5} = \frac{77}{17\cdot5}$$

$$\boxed{u_{отн} = \frac{v\cdot\frac{77}{17\cdot5}}{\frac{15}{17}} = \frac{77v}{75} = \frac{77}{75}\cdot 68\,\frac{см}{с}}$$

$Ok = l\,tg\alpha$

2ЗН: $N - T\sin\beta = m\frac{u^2}{R}$

Правило моментов относ. т.О для k:

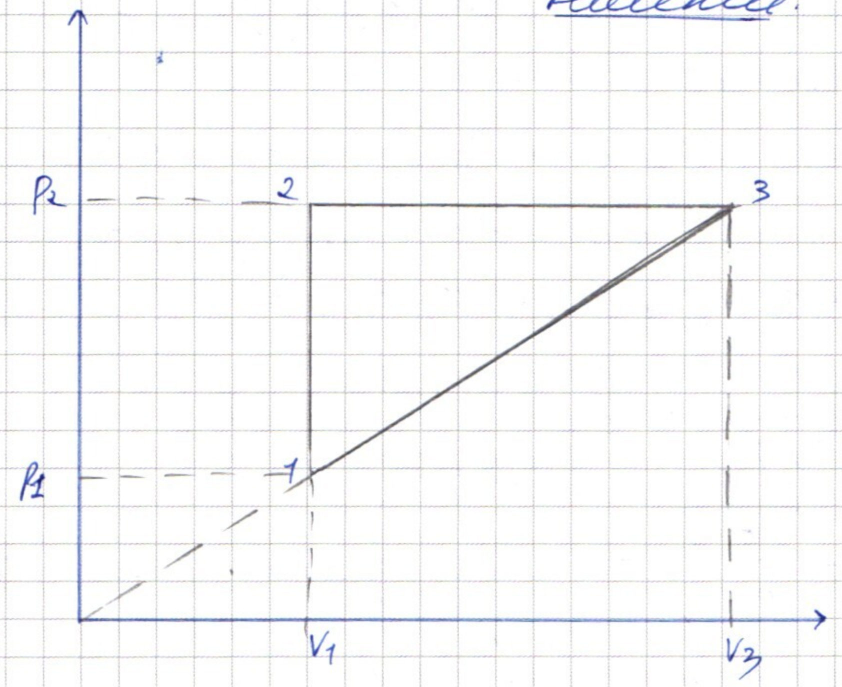
$N\cdot$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:
$i = 3$
$V_1 = V_2$
$p_2 = p_3$
$p_1 = \alpha V_1$
$p_3 = \alpha V_3$

Решение:



Для процесса 1-3 можно записать:
$p = \alpha V$, тогда $p_1 = \alpha V_1$; $p_2 = \alpha V_2$

1) Рассмотрим процесс 1-2: (ν – кол-во в-ва)

З-н Менделеева – Клапейрона:

$\begin{cases} p_1V_1 = \nu RT_1, \\ p_2V_2 = \nu RT_2 \end{cases}$ $\begin{cases} p_1V_1 = \nu RT_1 \\ p_2V_1 = \nu RT_2 \end{cases}$ $\Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1}$, т.к. $p_2 > p_1$, то $T_2 > T_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ в процессе 1-3 температура увеличивалась

I з-н термодинамики:

$Q_{1-2} = \underset{0 \text{ (т.к. } V = const)}{A_{1-2}} + \Delta U_{1-2} \Rightarrow \boxed{Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)} > 0$

$C_{\nu 1-2} = \frac{Q_{1-2}}{\nu(T_2 - T_1)} = \frac{\frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)}{\nu(T_2 - T_1)} = \frac{3}{2}R$

$\boxed{C_{\nu 1-2} = C_V = \frac{3}{2}R}$ – молярная теплоемкость в процессе 1-2 ($V = const$)

2) Рассмотрим процесс 2-3:

З-н Менделеева – Клапейрона:

$$\begin{cases} p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ p_3 V_3 = \nu R T_3 \end{cases} \quad \begin{cases} p_2 V_2 = \nu R T_2 \\ p_2 V_3 = \nu R T_3 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_2}{V_3} = \frac{T_2}{T_3};$$

$V_3 > V_2 \Rightarrow T_3 > T_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ в процессе 2-3 температура увеличилась.

I з-н термодинамики:

$$\left.\begin{array}{l} Q_{2-3} = A_{2-3} + \Delta U_{2-3} = p_2(V_3 - V_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) \\ \text{Из з-на Менделеева-Кл: } \nu R(T_3 - T_2) = p_2(V_3 - V_2) \end{array}\right\} \Rightarrow$$

$$\boxed{Q_{2-3} = \nu R(T_3 - T_2) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_2) = \frac{5}{2}\nu R(T_3 - T_2)} > 0$$

$$C_{\nu\,2-3} = \frac{Q_{2-3}}{\nu(T_3 - T_2)} = \frac{\frac{5}{2}\cancel{\nu R(T_3 - T_2)}}{\cancel{\nu(T_3 - T_2)}} = \frac{5}{2}R$$

$\boxed{C_p = C_{\nu\,2-3} = \frac{5}{2}R}$ – молярная тепл-ть в 2-3 ($p = const$)

3) Рассмотрим процесс 3-1:

З-н М-К: $\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_3 V_3 = \nu R T_3 \end{cases}$ $\begin{cases} \alpha V_1^2 = \nu R T_1 \\ \alpha V_3^2 = \nu R T_3 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_1^2}{V_3^2} = \frac{T_1}{T_3}$

$p_1 = \alpha V_1$ $\qquad V_3 > V_1 \Rightarrow T_3 > T_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ температура уменьш в 3-1

$$\alpha(V_3^2 - V_1^2) = \nu R(T_3 - T_1)$$

$$A_{3-1} = \underbrace{\frac{p_1 + p_3}{2}(V_3 - V_1)}_{\text{площадь под графиком}} = \frac{(\alpha V_1 + \alpha V_3)(V_3 - V_1)}{2} = \frac{\alpha(V_3^2 - V_1^2)}{2} = \frac{\nu R(T_3 - T_1)}{2}$$

I з-н тер-ки:

$$\boxed{Q_{3-1} = A_{3-1} + \Delta U_{3-1} = \frac{\nu R(T_3 - T_1)}{2} + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1) = 2\nu R(T_3 - T_1) < 0}$$

4) Температура увелич в процессах 1-2 и 2-3 $\Rightarrow$

$$\frac{C_{2-3}}{C_{1-2}} = \frac{C_p}{C_V} = \frac{5/2 R}{3/2 R} = \frac{5}{3}$$

☐ черновик ☑ чистовик

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) Рассмотрим изобарный процесс (2-3)

$$\left.\begin{aligned} Q_{2-3} &= \frac{5}{2}\nu R(T_3-T_2) \\ A_{2-3} &= p_2(V_3-V_2) = \nu R(T_3-T_2) \end{aligned}\right\} \Rightarrow \boxed{\frac{Q_{2-3}}{A_{2-3}} = \frac{\frac{5}{2}\nu R(T_3-T_2)}{\nu R(T_3-T_2)} = \frac{5}{2}}$$

6) $\eta = \dfrac{A_{газа}}{Q^+}$

$$Q^+ = Q_{1-2} + Q_{2-3} = \frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_3-T_2)$$

$$A_{газа} = A_{1231} = \frac{1}{2}(p_2-p_1)(V_3-V_2) = \frac{1}{2}(p_3-p_1)(V_3-V_1) =$$
$$= \frac{1}{2}(\alpha V_3 - \alpha V_1)(V_3-V_1) = \frac{1}{2}\alpha(V_3-V_1)^2$$

$$Q^+ = \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) + \frac{5}{2}(p_3V_3 - p_2V_2) = \frac{3}{2}V_1(p_3-p_1) + \frac{5}{2}p_3(V_3-V_1) =$$
$$= \frac{3}{2}V_1(\alpha V_3 - \alpha V_1) + \frac{5}{2}\alpha V_3(V_3-V_1) = \frac{3}{2}\alpha V_1(V_3-V_1) + \frac{5}{2}\alpha V_3(V_3-V_1) =$$
$$= \frac{1}{2}\alpha(V_3-V_1)(3V_1+5V_3)$$

$$\boxed{\eta = \frac{A_{газа}}{Q^+} = \frac{\frac{1}{2}\alpha(V_3-V_1)^2}{\frac{1}{2}\alpha(V_3-V_1)(3V_1+5V_3)} = \frac{V_3-V_1}{3V_1+5V_3} = \frac{\frac{V_3}{V_1} - \frac{V_1}{V_1}}{\frac{3V_1}{V_1} + \frac{5V_3}{V_1}} = \frac{\frac{V_3}{V_1} - 1}{3 + \frac{5V_3}{V_1}}}$$

~~Пусть~~ $\cancel{\frac{V_3}{V_1} = k \Rightarrow \eta = \frac{k-1}{3+5k}}$

$\eta_{max} = 80\%$

$\cancel{\eta = \eta_{max} \Rightarrow \eta' = \left(\frac{k-1}{3+5k}\right)' = 0}$

$\cancel{\frac{(k-1)'(3+5k) - (3+5k)'(k-1)}{(3+5k)^2} = 0 \Rightarrow 3+5k-5k+5}$

53
Дано:

$S;\ d\ (d \ll \sqrt{S})$

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

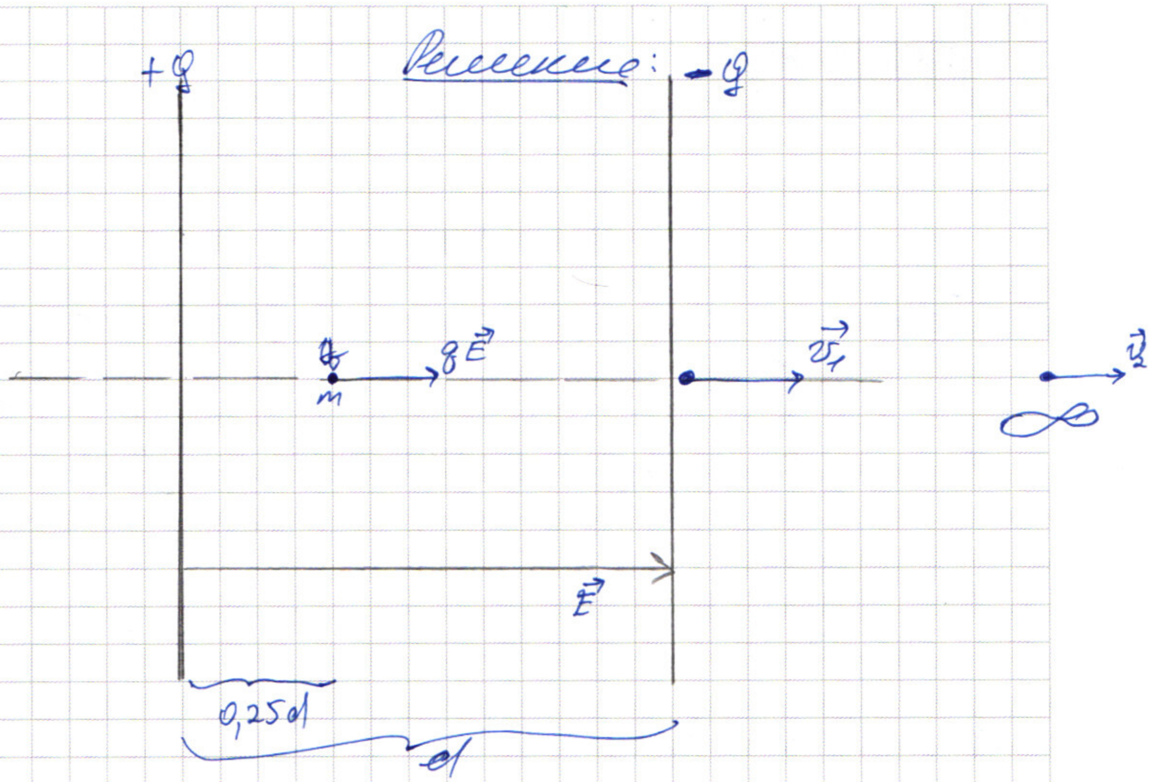
T

$v_1 - ?$

$Q - ?$

$v_2 - ?$

Решение:



Обозначим заряд конденсатора Q

1) Т.к. частица полож. $\Rightarrow$ она будет двигаться в направлении силовых линий поля конденсатора

На заряж. частицу q внутри конденсатора будет действовать постоянная сила $q\vec{E}$.

По II з-ну Ньютона:

$qE = ma$, где a — ускорение частицы внутри конденсатора

$$\boxed{a = \frac{qE}{m}}$$

Т.к. частица не имела начальной скорости, то

$$\boxed{v_1 = aT = \frac{qE}{m}T = \gamma ET}$$

2) С другой стороны: $S = \frac{aT^2}{2}$, где S — путь, пройденный частицей

$$\frac{aT^2}{2} = d - 0{,}25d = \frac{3}{4}d \Rightarrow \boxed{a = \frac{3}{2}\frac{d}{T^2}}$$

$$\frac{3}{2}\frac{d}{T^2} = \frac{qE}{m} \Rightarrow \boxed{E = \frac{3}{2}\frac{md}{T^2 q} = \frac{3}{2}\frac{d}{\gamma T^2}}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

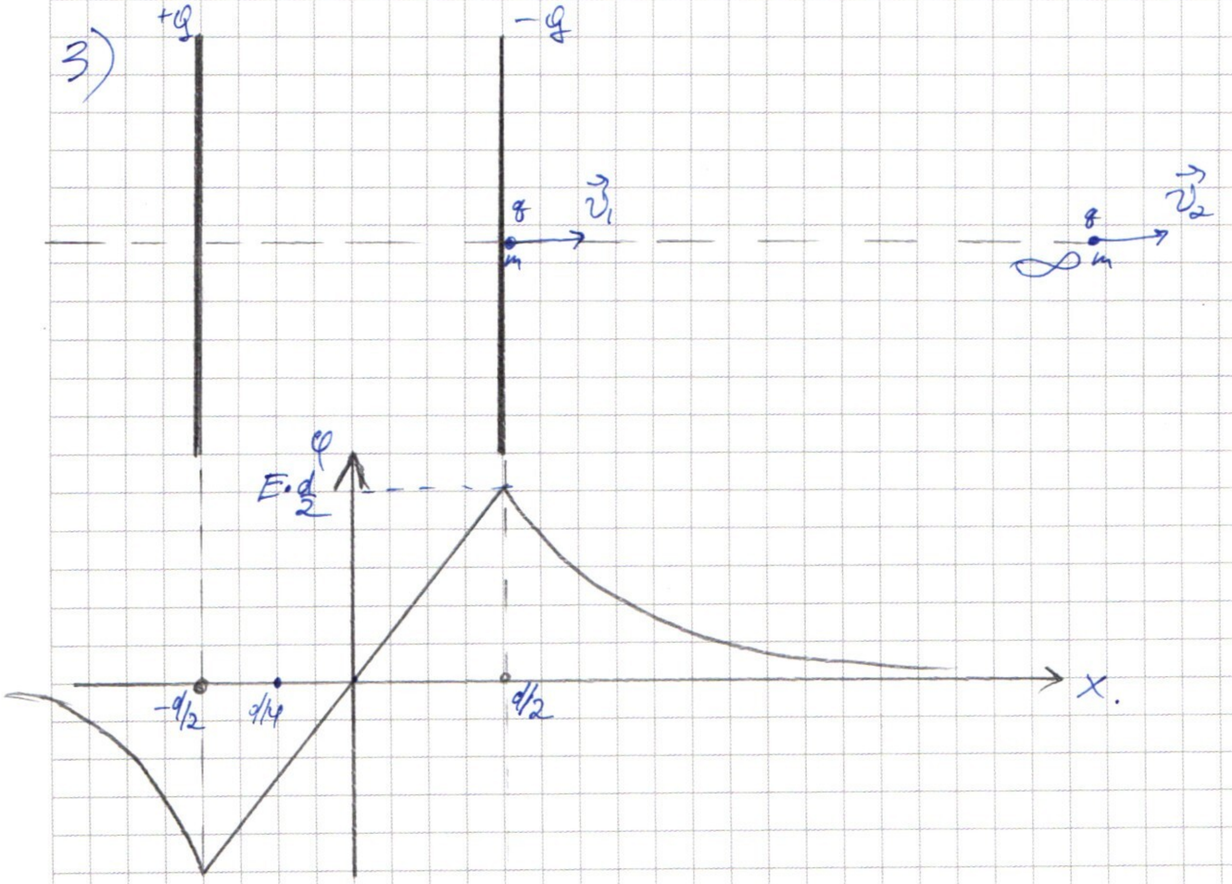
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3 (пр-е)

$$E = \frac{q}{S\varepsilon_0} = \frac{3}{2}\frac{d}{\gamma T^2} \Rightarrow \boxed{q = \frac{3}{2}\frac{S\varepsilon_0 d}{\gamma T^2}}$$

$$\boxed{v_1 = \gamma E T = \cancel{\gamma}\cdot\cancel{T}\cdot\frac{3}{2}\frac{d}{\cancel{\gamma}T^{\cancel{2}}} = \frac{3}{2}\frac{d}{T}}$$

3)



Из-за краевых эффектов графики потенциала от расст выглядят ↑

~~Скорость v_2 на ∞ будет такой же как и v_2, тогда заряд q проле~~

По ЗСЭ: $q\Delta\varphi + \Delta E_k = 0$.

$$q\left(E\frac{d}{2} - 0\right) + \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = 0.$$

$$qE\frac{d}{2} = \frac{m}{2}(v_1^2 - v_2^2) \Rightarrow v_2 = \sqrt{v_1^2 - \frac{qEd}{m}} = \sqrt{\frac{9}{4}\frac{d^2}{T^2} - \cancel{\gamma}d\cdot\frac{3}{2}\frac{d}{\cancel{\gamma}T^2}} = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{d^2}{T^2}$$

Ответ: $q = \frac{3}{2}\frac{S\varepsilon_0 d}{\gamma T^2}$; $v_1 = \frac{3}{2}\frac{d}{T}$; $v_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}\frac{d^2}{T^2}$

Скорость v_2 для A будет такой же, как и скорость для

☑ 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

№4

Дано:

$E = 9B$

$C = 40 мкФ = 40 \cdot 10^{-6} Ф$

$U_1 = 5B$

$L = 0{,}1 Гн$

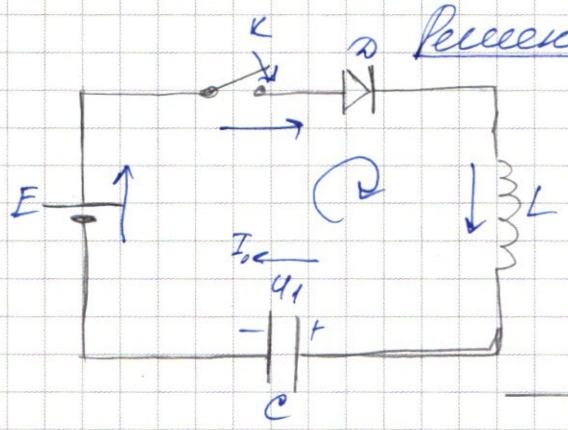
$U_0 = 1B$

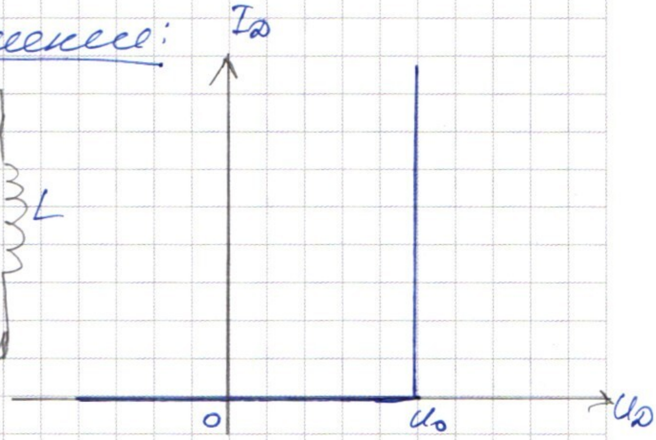
$\frac{dI_0}{dt}$ - ?

I_{max} - ?

U_2 - ?

Решение:





~~Сразу после замыкания ключа $I=0$, но т.к. $U_1 < E$, то в следующий момент времени ток потечёт как показано на рисунке (↑), Д будет открыт.~~

~~Сразу~~ Т.к. $E > U_1 \Rightarrow$

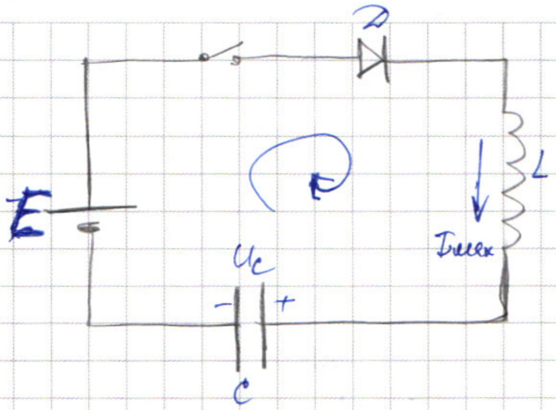
После замыкания ключа ток будет течь по часовой стрелке (на рисунке ↑) ⇒ ток будет возрастать, напряжение на диоде будет U_0; напряж на C: U_1, т.к. напряжение на C сначала не меняется.

II правило Кирхгофа:

$$\left.\begin{aligned} E &= U_0 + U_L + U_1 \\ U_L &= L\frac{dI_0}{dt} \end{aligned}\right\} \Rightarrow E = U_0 + L\frac{dI_0}{dt} + U_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L\frac{dI_0}{dt} = E - U_0 - U_1$$

$$\boxed{\frac{dI_0}{dt} = \frac{E - U_0 - U_1}{L} = \frac{9B - 1B - 5B}{0{,}1 Гн} = 30\frac{A}{c}}$$



Пусть в цепи течёт максимальный ток I_{max} $\Rightarrow$ $U_L = 0$; $U_D = U_0$

U_C – напряжение на C в данный момент

По II з-ну Кирхгофа: $E = U_0 + U_C \Rightarrow \boxed{U_C = E - U_0}$

По ЗСЭ: $A_{ист} = \Delta W_C + \Delta W_L$

$$A_{ист} = \frac{C\cdot U_C^2}{2} - \frac{C\cdot U_1^2}{2} + \frac{L I_{max}^2}{2}.$$

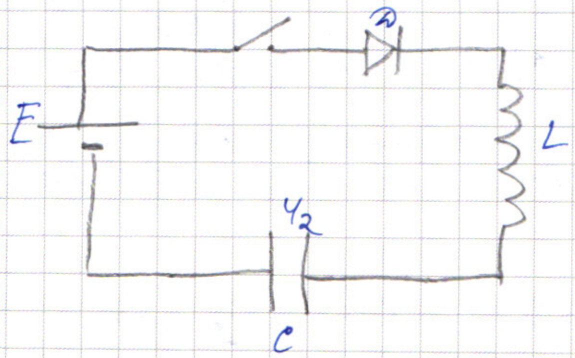
$$A_{ист} = E(C\cdot U_C - U_1 C) = CE(U_C - U_1)$$

$$I_{max}^2 = \frac{2CE(U_C-U_1)+C(U_1^2-U_C^2)}{L}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{C(U_C-U_1)(2E-(U_1+U_C))}{L}} = \sqrt{\frac{C(E-U_0-U_1)(E-U_1+U_0)}{L}}$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{C}{L}\left((E-U_1)^2-U_0^2\right)} = 2\sqrt{15}\cdot 10^{-3}\,A$$

3) На В уст режиме



После того как $I=0$ и ток пошел в обратную сторону, диод закрыт $I=0$.

В этот момент U_2 на C;

$U_2 = E - U_0$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5

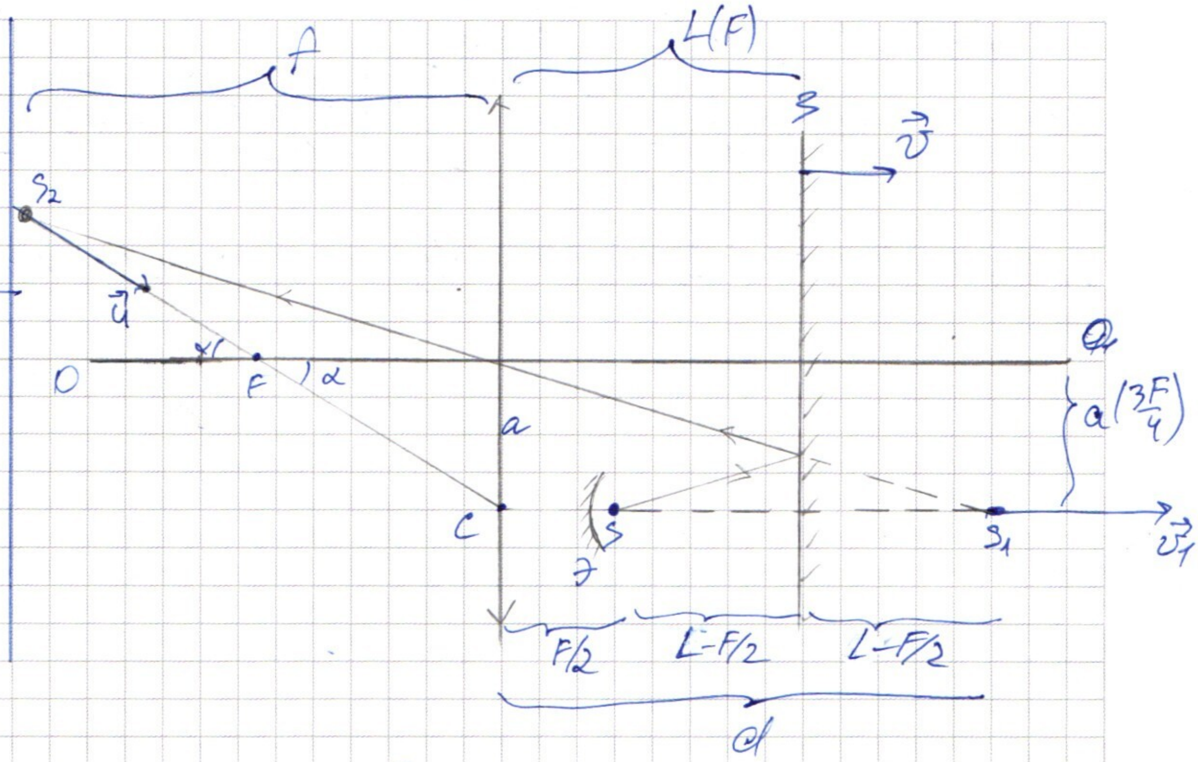
Дано:

F; $a = \frac{3F}{4}$

$L = F$

---

f; α; u



1) d – расстояние от изобр S_1 до линзы

$$\boxed{d = \frac{F}{2} + \left(L - \frac{F}{2}\right)\cdot 2 = \frac{F}{2} + \left(F - \frac{F}{2}\right)2 = \frac{F}{2} + F = \frac{3F}{2}}$$

f – расстояние от изобр S_2 (в линзе) до линзы

По ф-ле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} \Rightarrow \boxed{f = \frac{d\cdot F}{d-F} = \frac{\frac{3F}{2}\cdot F}{\frac{3F}{2} - F} = \frac{\frac{3F}{2}\cancel{F}}{\frac{1}{2}\cancel{F}} = 3F} \Rightarrow \boxed{\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{3F}{3F/2} = 2}$$

2) Изобр S_1 в СО земли будет двигаться со скоростью $\boxed{v_1 = 2v}$ вправо

3) Известно, что продолжения скоростей S_1 и S_2 ~~ими~~ пересекутся в одной точке на линзе, т.к. $v_1 \parallel OO_1 \Rightarrow$ продолж $\vec{u}$ и $\vec{v_1}$ пересек в т. C

CS_2 пересекает OO_1 в т. F (фокус) $\Rightarrow \boxed{\operatorname{tg}\alpha = \frac{a}{F} = \frac{3/4F}{F} = \frac{3}{4}}$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

3) Известно что продольные ск. ~~v~~ S_1 и S_2 относятся как квадрат увеличения (Γ^2)

$$\frac{u\cos\alpha}{v_1}=\Gamma^2$$

$$\frac{u\cos\alpha}{2v}=\Gamma^2 \Rightarrow \boxed{u=\frac{2v\Gamma^2}{\cos\alpha}}$$

$$\cos\alpha=\frac{1}{\sqrt{1+tg^2\alpha}}=\frac{4}{5}\Rightarrow \boxed{u=\frac{2v\cdot 2^2}{4/5}=10v}$$

Ответ: $f=3F$; ~~ответ~~ $tg\,\alpha=\frac{3}{4}$; $u=10v$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$Q^+ = \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) + \frac{5}{2}(p_3V_3 - p_2V_2) =$$

$$= \frac{3}{2}(p_3V_1 - p_1V_1) + \frac{5}{2}(p_3V_3 - p_3V_1) =$$

$$= \frac{3}{2}V_1(\alpha V_3 - \alpha V_1) + \frac{5}{2}\alpha V_3(V_3 - V_1) =$$

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

$$A_{газа} = \frac{1}{2}(p_2 - p_1)(V_3 - V_1) = \frac{1}{2}(p_3 - p_1)(V_3 - V_1)$$

$$= \frac{1}{2}\alpha(V_3 - V_1)^2$$

$$\left(\frac{k-1}{3+5k}\right)' = \frac{(k-1)'(3+5k) - (3+5k)'(k-1)}{(3+5k)^2} =$$

$$= \frac{3+5k-k+1}{(3+5k)^2} =$$

$$\varphi = E\frac{d}{2}$$

$$q\Delta\varphi = \frac{m}{2}(v_1^2 - v_2^2) \qquad v_1^2 - v_2^2 = \frac{qEd}{m} = \gamma Ed$$

$$\frac{qEd}{2m} = v_1^2 - v_2^2 \qquad v_2^2 = v_1^2 - \gamma Ed =$$

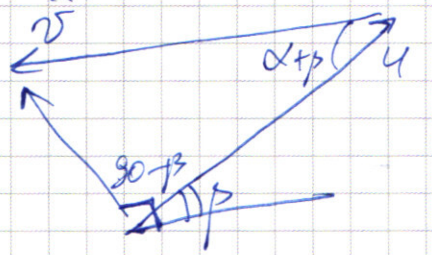
$$= \gamma^2E^2T^2 - \gamma Ed =$$

$$= \gamma E(\gamma ET^2 - d) =$$

$$= \gamma E\left(\gamma\cdot\frac{3d}{2\gamma T^2}T^2 - d\right) =$$

$$= \gamma E\frac{d}{2} =$$

$u \sin\beta$



$180-90+\beta-\alpha-\beta = 90-\alpha.$

$u_{отн}^2 = 68^2+75^2$

$\frac{\sin(90-\beta)}{\sin(90-\alpha)} = \frac{v}{u}$

$$\begin{array}{r} +32 \\ 45 \\ \hline 77 \end{array}$$

$40\cdot10^{-6}\cdot 9/(9-1)$

$\frac{40\cdot10^{-6}}{0,1}(4^2-1^2) =$

$40\cdot10^{-6}\cdot 15 = 60\cdot10^{-6}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

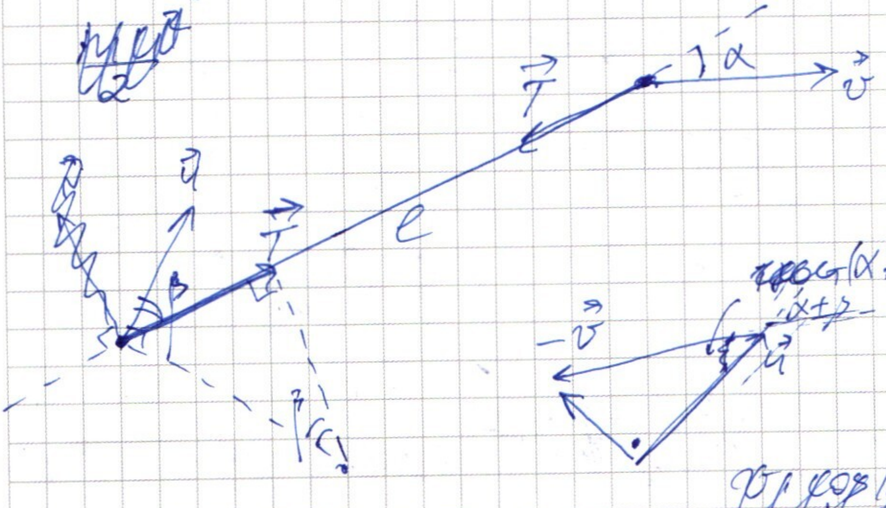
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v\cos\alpha = u\cos\beta$

$u = \frac{v\cos\alpha}{\cos\beta}$

$\vec{u}_{отн} = \vec{u} - \vec{v}$

т. cos:



$(17-15)(17+15) = 64 = 8^2$

$68^2+75^2-2\cdot4\cdot12\cdot15$

$(75^2+68^2-2\cdot68\cdot75)+2\cdot68\cdot75-3\cdot2\cdot4\cdot12\cdot15$

$(75-68)^2+2\cdot4\cdot15(17\cdot5-4\cdot12\cdot3)$

$7^2+2\cdot4\cdot15\cdot59$

$144-85=59$

$17^2-15^2=2\cdot32=64$

$17\cdot5$

68

$u_{отн}^2 = v^2+u^2-2v\cdot u\cdot\cos(\alpha+\beta)$

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = \frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5} - \frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5} = \frac{15\cdot4-8\cdot3}{17\cdot5} = \frac{3\cdot4(5-2)}{17\cdot5}$

$68\cdot\frac{3\cdot4}{17\cdot5} =$

$u_{отн}^2 = v^2+u^2-2\cdot v\cdot u\cdot\frac{12}{17\cdot5} = 68^2+75^2-2\cdot68\cdot75\cdot\frac{12}{17\cdot5}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

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

$\frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5} - \frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5} = \frac{\overset{60}{15\cdot 4} - \overset{24}{8\cdot 3}}{17\cdot 5} = \frac{36}{17\cdot 5}$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\frac{15^2}{17^2}} = \frac{\sqrt{17^2-15^2}}{17} = \frac{8}{17}$

17^2-15^2

$17 \cdot 17 = 289$

$289 - 225 = 64 = 8^2$

~~cos β~~ $\sin\beta = \frac{3}{5}$

$\frac{Q^-}{Q^+} = 2\nu R(T_3-T_1) = 2\alpha(V_3-V_1)V_1$

$2(p_3V_3 - p_1V_1) = 2\alpha(V_3^2-V_1^2)$

$\frac{2\alpha(V_3^2-V_1^2)}{2 \cdot 4\alpha V_1(V_3-V_1)}$

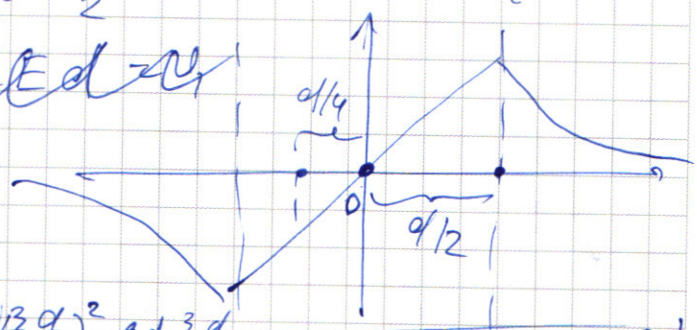
$v\cdot\frac{36}{17\cdot 5} = \cancel{75}^{15}\cdot\frac{36}{17\cdot 5} \neq 68$

$\cancel{68}^{4}\cdot\frac{36}{17\cdot 5} = 75$

$qE\cdot\frac{3}{4}d = \frac{mv_1^2}{2}$

$\varphi_2 E\frac{d}{2}$

~~$\frac{3}{2}qEd = v_1$~~



$\frac{V_3}{V_1} = \frac{p_3}{p_1}$

$qE\frac{d}{2} = \frac{m}{2}(v_1^2 - v_2^2)$

$v_1^2 - qEd = v_2^2 \Rightarrow v_2 = \sqrt{v_1^2 - \frac{qE}{m}d} = \sqrt{\left(\frac{3}{2}\frac{d}{T}\right)^2 - d\cdot\frac{3}{2}\frac{d}{T^2}}$

$\boxed{q\Delta\varphi = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}}$

$\frac{1}{2}(p_3-p_1)(V_3-V_1) = \frac{1}{2}\alpha(V_3-V_1)^2$

$Q^+ = \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) + \frac{5}{2}(p_3V_3 - p_2V_2) =$

$qE\frac{d}{2} = \frac{m}{2}(v_2^2 - v_1^2)$

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

$= \frac{3}{2}V_1(p_3-p_1) + \frac{5}{2}p_3(V_3 - V_1) =$

$= \frac{3}{2}V_1\alpha(V_3-V_1) + \frac{5}{2}\alpha V_1(V_3-V_1) = 4\alpha V_1(V_3-V_1)$

$= 3\alpha V_1$

$\eta = \frac{V_3-V_1}{8V_1} = \frac{V_3}{8V_1} - \frac{1}{8}$

$\eta = \frac{\frac{1}{2}\alpha(V_3-V_1)^2}{4\alpha V_1(V_3-V_1)}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)