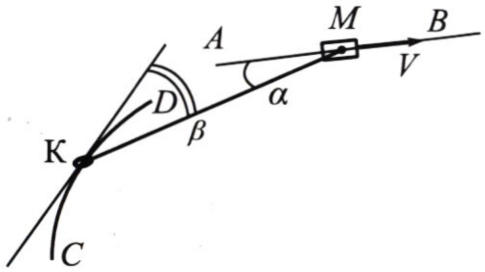
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-04

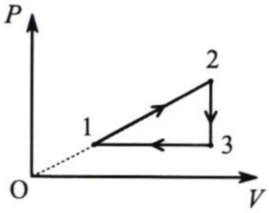
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без в.

1. Муфту М двигают со скоростью $V=2$ м/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m=0,4$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R=1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легким тросом длиной $l=17R/15$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент трос составляет угол $\alpha(\cos\alpha=4/5)$ 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.



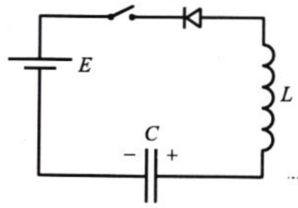
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило понижение температуры газа.
2) Найти для процесса 1-2 отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

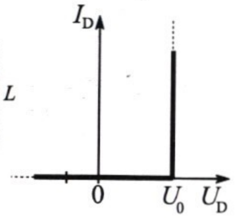
3. Обкладки конденсатора – квадратные металлические сетки, сторона квадрата во много раз больше расстояния d между обкладками. Напряжение на конденсаторе U. Отрицательно заряженная частица движется на большом расстоянии к конденсатору по оси симметрии, перпендикулярно обкладкам, влетает в него со скоростью V_1 и останавливается на расстоянии $0,2d$ от отрицательно заряженной обкладки.

1) Найдите удельный заряд частицы $\gamma=\dfrac{|q|}{m}$.
2) Через какое время T после влета в конденсатор частица вылетит из него?
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 $E=6$ В, конденсатор емкостью $C=10$ мкФ заряжен до напряжения $U_1=9$ В, индуктивность идеальной катушки $L=0,4$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0=1$ В. Ключ замыкают.

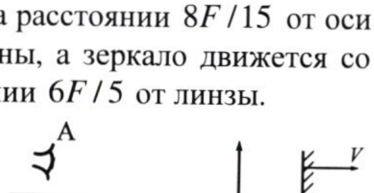




1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.
2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.
3) Найти установившееся напряжение U_2 на конденсаторе после замыкания ключа.

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 $3F/5$ от плоскости линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1. В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $6F/5$ 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.

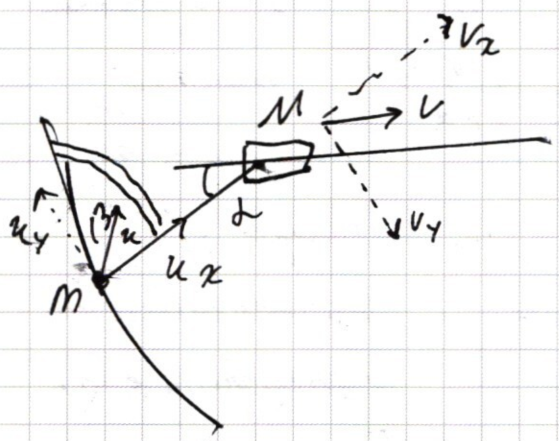


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1.



1) Заметим, что между брусками m и M - жесткая кинсвязь в виде нерастяжимого троса:

$$\underbrace{V\cos\alpha = u\cos\beta}$$

$$\boxed{u = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}},$$ так как при смещении системы „m+M" по оси сонаправленной с тросом $l = const$

3) Заметим, что m вращается по траектории с радиусом кривизны $\rho = R$. Тогда:

$$T\sin\beta = \frac{mu^2}{R} \Rightarrow \boxed{T = \frac{mu^2}{R\sin\beta} = \frac{mV^2\cos^2\alpha}{R\sin\beta\cos^2\beta}}$$

2) Закон сложения скоростей:

$$\begin{cases} \vec{V}_{абс} = \vec{V}_{пер} + \vec{V}_{отн} \\ \vec{V}_{абс} = u \\ \vec{V}_{пер} = \vec{V} \end{cases} \Rightarrow \vec{V}_{отн} = \vec{V}\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} - \vec{V} = \frac{7}{10}\vec{V}.$$

Ответ:

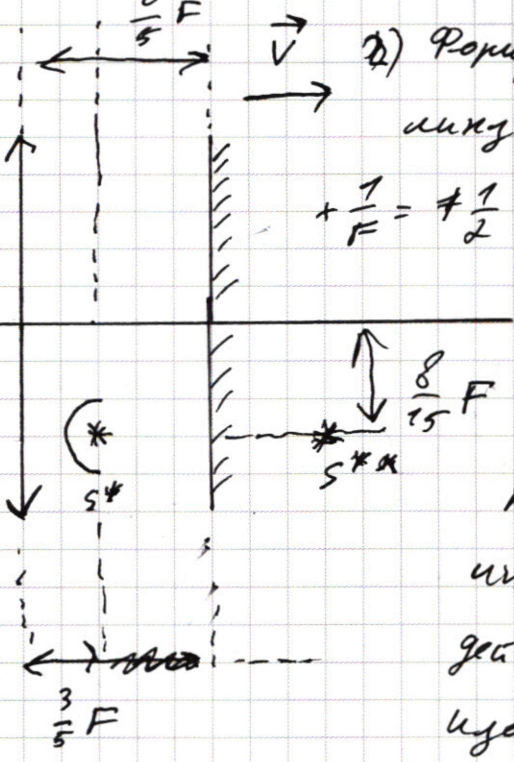
1) $u = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 3{,}4$ м/с

3) $T = \frac{mV^2}{R}\frac{\cos^2\alpha}{\sin\beta\cos^2\beta} =$

2) $V_{отн} = \frac{7}{10}V = 1{,}4$ м/с

Задача 5

1) Заметим, что расстояние от плоскости зеркала до изображения $S^{**} = d =$



S^{***}

$= \frac{6}{5}F + \left(\frac{6}{5}F - \frac{3}{5}F\right) =$

$= \frac{9}{5}F > F$

Тогда

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{9}{5}F \cdot F}{\frac{4}{5}F} = \frac{9}{4}F$$

2) Формула тонкой линзы:

$$+\frac{1}{F} = \pm\frac{1}{d} + \frac{1}{f}.$$

S^{**} – действительный предмет для линзы, S^{***} действительное изображение, т.к. $d > F$.

$$\Gamma = \frac{F}{d-F} = \frac{5}{4}.$$

3) Перейдем в СО линзы:

$$\begin{cases} \vec{v}_{S^{**}} = \vec{v}_3 + \vec{v}_{отн} \\ \vec{v}_{S^{**}} = -\vec{v}_{S^{*}} \\ \vec{v}_{S^{*}} = \vec{v}_3 \end{cases}$$

, тогда $\operatorname{tg}\alpha = \dfrac{\Gamma \cdot \frac{8}{15}F}{V \cdot \Gamma^2} =$

$$= \frac{32F}{75V \cdot 1c}$$

Ответы:

1) $f = \frac{9}{5}F$

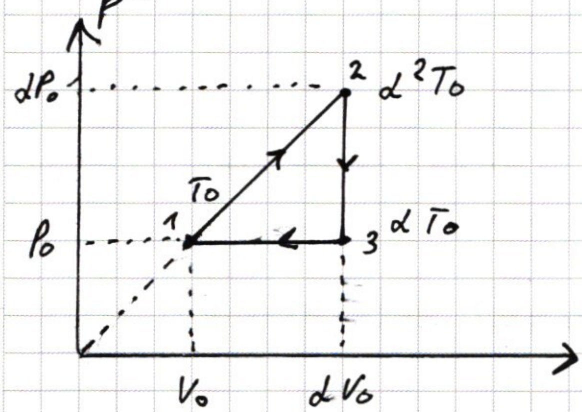
2) $\operatorname{tg}\alpha = \dfrac{32F}{75V \cdot 1c}.$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 2:



$\nu \Delta T_{3-1} \cdot C_{3-1} = P_0 V_0 (1-\alpha) + \frac{3}{2} P_0 V_0 (1-\alpha)$

$\boxed{C_{3-1} = \frac{5}{2} R}$

Тогда отношение:

$\frac{C_{2-3}}{C_{3-1}} = \frac{3}{2} R \cdot \frac{2}{5R} = \boxed{\frac{3}{5}}$

Температуры понижались в $\boxed{2-3 \text{ и } 3-1}$

1) Просчитаем все теплоёмкости:

$\nu \Delta T_{1-2} C_{1-2} = Q_{1-2}$

$Q_{1-2} = \frac{(\alpha^2-1) P_0 V_0}{2} + \frac{3}{2}(\alpha^2-1) P_0 V_0 = 2\overbrace{(\alpha^2-1) P_0 V_0}^{\nu R \Delta T_{1-2}}$

$\cancel{\nu \Delta T_{1-2}} \cdot C_{1-2} = 2 \cancel{\nu} R \cancel{\Delta T_{1-2}} \Rightarrow \boxed{C_{1-2} = 2R}$

$\begin{cases} \nu \Delta T_{2-3} \cdot C_{2-3} = Q_{2-3} \\ Q_{2-3} = \frac{3}{2} \nu R \underbrace{T_0 \alpha (1-\alpha)}_{\Delta T_{2-3}} \end{cases} \Rightarrow \cancel{\nu} \cancel{\Delta T_{2-3}} \cdot C_{2-3} = \frac{3}{2} \cancel{\nu} R \cancel{\Delta T_{2-3}}$

$\boxed{C_{2-3} = \frac{3}{2} R}$

2) $\begin{cases} \Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} P_0 V_0 (\alpha^2 - 1) \\ A_{1-2} = \frac{P_0 V_0}{2} (\alpha^2 - 1) \end{cases} \Rightarrow \boxed{\frac{\Delta U_{1-2}}{A_{1-2}} = 3}$ (из графика).

3) $\eta = \frac{\sum A}{Q^+}$, где Q^+ - подведённая теплота, $\sum A$ - суммарная работа.

$A_{3-1} = -P_0 V_0 (\alpha - 1)$.

$A_{1-2} = \frac{P_0 V_0}{2} (\alpha^2 - 1)$

$Q^+ = Q_{1-2}$

$\sum A = A_{1-2} + A_{3-1}$, $A_{3-1} < 0$.

$Q_{1-2} = 2(\alpha^2 - 1) P_0 V_0$

$$\eta = \frac{\frac{1}{2}P_0V_0\cancel{(\alpha-1)}(\alpha+1) - P_0V_0\cancel{(\alpha-1)}}{2P_0V_0\cancel{(\alpha-1)}(\alpha+1)} =$$

$$= \frac{\frac{1}{2}P_0V_0(\alpha+1) - P_0V_0}{2P_0V_0(\alpha+1)} = \frac{P_0V_0\left(\frac{1}{2}(\alpha+1) - 1\right)}{2P_0V_0(\alpha+1)} =$$

$$= \frac{\frac{\alpha}{2} - \frac{1}{2}}{2(\alpha+1)} = \boxed{\frac{\alpha-1}{4(\alpha+1)}}$$

. Воспользуемся тем, что предел отношения функций равен пределу отношения их производных

$$\lim_{\alpha\to\infty} \frac{\alpha-1}{4(\alpha+1)} = \lim_{\alpha\to\infty}\frac{+1}{4} = \frac{1}{4}.$$ (предел постоянной равен постоянной).

Доказательство:

$$\eta(\alpha) = \frac{\alpha-1}{4(\alpha+1)} = \frac{\alpha-1+2-2}{4(\alpha+1)} =$$

$$= \frac{1}{4} - \frac{2}{\alpha+1}.$$

$$\lim_{\alpha\to\infty}\eta(\alpha) = \frac{1}{4},$$ и

это же её максимум.

Ч.Т.Д.

Ответы:

1) $\frac{C_{2-3}}{C_{3-1}} = \frac{3}{5}$

2) $= \frac{\Delta U_{1-2}}{A_{1-2}} = 3$

4) $\lim_{\alpha\to\infty}\left(\frac{\alpha-1}{4(\alpha+1)}\right) = \frac{1}{4} = \eta^*_{max}$

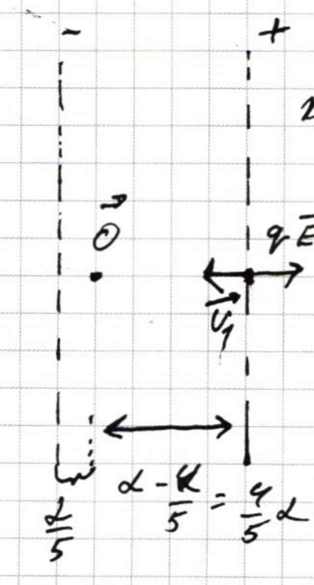
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3:

Дано:

d, U, v_1

1) Рассмотрим интервал времени от момента попадания частицы в конденсатор до ее остановки:



Отметим, что движение внутри конденсатора является равнопеременным (поле однородно, краевыми эффектами пренебрежем):

$2(\vec{a}, \vec{s}) = \underset{0}{\cancel{v^2}} - v_1^2$, $\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m} = \gamma\vec{E}$, $|\vec{E}| = \frac{U}{d}$

Тогда:

$2\gamma E \cdot \frac{4}{5} d = v_1^2$ (все знаки учтены).

$\frac{2\gamma U}{d} \cdot \frac{4}{5} d = v_1^2 \Rightarrow \boxed{\gamma = \frac{5v_1^2}{8U}}$

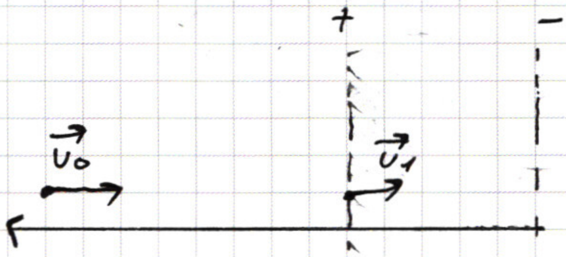
2) Так как движение частицы равноускоренное – справедливы следующие выражения:

$\frac{\gamma E}{2} \cdot t^2 = \frac{4}{5} d \Rightarrow t^2 = \frac{8d}{5\gamma E} = \frac{8d^2}{5\gamma U}$. $t = \tau/2$, где

τ – полное время движения частицы в конденсаторе.

(Все знаки учтены). $\boxed{\tau = 2d\sqrt{\frac{8}{5\gamma U}}, \ \gamma = \frac{5v_1^2}{8U}}$

3) Теперь рассмотрим движение из бесконечности в конденсатор:



ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \varphi \cdot q, \quad q<0.$$

φ – потенциал полей от двух пластин.

$\varphi = -\int_0^{\infty} E\, d\vec{r}$, тогда $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$

$\varphi_1 = -\frac{q}{2\varepsilon_0 S} d$, $\varphi_2 = 0$ ($d = 0$)

Тогда, получаем что:

$\varphi = -\frac{U}{2}$.

Тогда:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{\gamma m U}{2} \quad \Big| \cdot \frac{2}{m}$$

$$\boxed{v_0 = \sqrt{v_1^2 + \gamma U}}$$

Краевыми эффектами не пренебрегали!!!

Ответ:

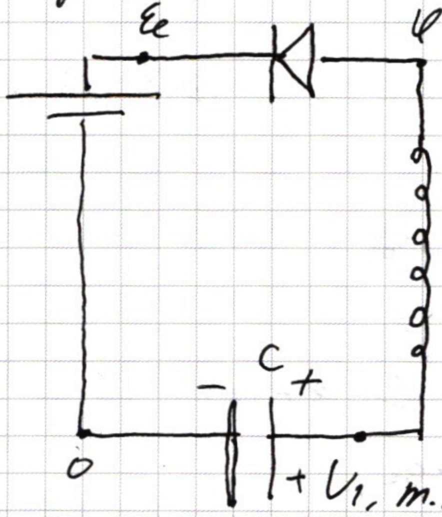
1) $\gamma = \frac{5v_1^2}{8U}$

2) $T = \frac{16d}{5v_1}$

3) $v_0 = v_1 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{\frac{13}{2}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4.



1) Рассмотрим момент сразу после замыкания ключа: Допустим диод открыт, тогда: $U_D = 0$, $I_D > 0$ (противоречие, ток скачком не меняется, т.к. есть катушка).

Допустим диод закрыт: $U_D \leq U_0$, $I_D = 0$.

$U_D = \varphi - Ɛ_c$

$\varphi - Ɛ_c \leq U_0$

$\varphi \leq Ɛ_c + U_0$; $\varphi = Ɛ_c + U_0$

2) Применим закон электромагнитной индукции: $+U_1$, т.к. напряжение на конденсаторах не меняется скачком

$$\begin{cases} U_L = +L\dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{U_L}{L} \Rightarrow \cancel{\dot{I} = \frac{(Ɛ_c + U_1)}{L}} \\ U_L = \cancel{(Ɛ_c + U_1)U_0)} U_1 - (Ɛ_c + U_0) \end{cases} \boxed{\dot{I} = \frac{U_1 - (Ɛ_c + U_0)}{L}}$$

3) Пусть напряжение на конденсаторе U_c, тогда:

$U_c - \varphi = L\dot{I}$ – в любой момент времени, лежащий в интервале от нуля до полупериода колебаний; тогда:

$$\underbrace{\ddot{q} + \frac{q}{LC} = \frac{\varphi}{L}}_{}$$, где q – функция заряда на C.

дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Его решением является эта функция:

$q(t) = A\sin\omega t + B\cos\omega t + C\varphi$. $\varphi = \begin{cases} \leq Ɛ_c \text{ до открытия диода} \\ = Ɛ_c \text{ после открытия.} \end{cases}$

Колебания будут происходить лишь до первой смены полярности на C, так как в схеме есть диод. $q(t) = A\sin\omega t + B\cos\omega t + C(\mathcal{E} + U_0)$

Для нахождения A и B решим следующую систему:

$$\begin{cases} q(0) = CU_1 \\ \dot{q}(0) = 0. \end{cases}, \text{ тогда } A = 0,\ B = C(U_1 - (\mathcal{E} + U_0))$$

~~$q(t) = CU_1\cos\omega t - C\mathcal{E}\cos\omega t + C\mathcal{E}$~~

~~$= CU_1\cos\omega t - C\mathcal{E}(1 + \cos\omega t).$~~

$$q(t) = C(U_1 - (\mathcal{E} + U_0))\cos\omega t + C(\mathcal{E} + U_0)$$

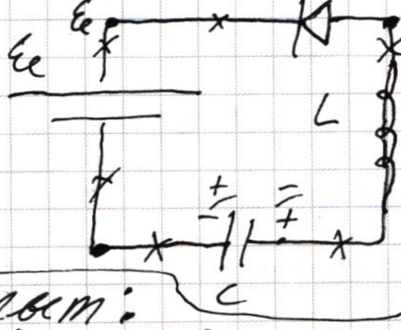
$$\dot{q}(t) = \dot{I} = -C(U_1 - (\mathcal{E} + U_0))\overset{1}{\sin\omega t}\cdot\omega$$

$$I_{max} = -\omega C(U_1 + (\mathcal{E} + U_0))$$

$$I_{max} = \omega C(\mathcal{E} + U_0 - U_1) = \boxed{\sqrt{\frac{C}{L}}\cdot((\mathcal{E} + U_0) - U_1)} =$$

$$= (U_1 - (\mathcal{E} + U_0))\sqrt{\frac{C}{L}}.$$

4) Рассмотрим цепь в установившемся состоянии:



Напряжение на катушке $U_L = 0$, так как $\dot{I} = 0$, ток не изменяется и более того равен нулю. Следовательно $I_D = 0$, то есть диод закрыт, и $U_D \le U_0 = U_0$, откуда: $(\mathcal{E} - \varphi) = U_0 \Rightarrow \varphi = \mathcal{E} + U_0$

$U_{C\,уст} = \varphi - 0 = \mathcal{E} + U_0 = U_C$

Ответ:

1) $\dot{I} = \frac{U_1 - (U_0 + \mathcal{E})}{L} = 5$ А/с

2) $I_{max} = (U_1 - (\mathcal{E} + U_0))\sqrt{\frac{C}{L}} = 10$ мА

3) $U_{C\,уст} = \mathcal{E} + U_0 = 7$ В

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{13}{10}$

$\frac{13}{82} \cdot \frac{1}{5}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

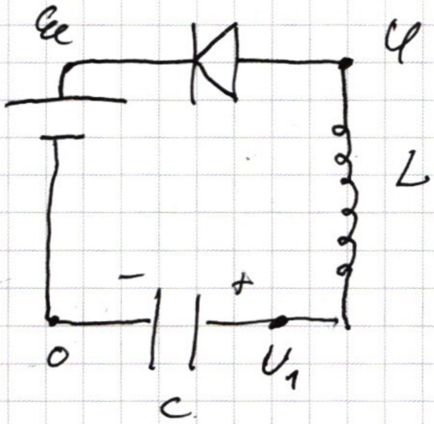
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\dot{I} = \frac{U_L}{L}$

$|U_L| = U_1 - \varphi$

$\varphi - \mathcal{E} = U_0$

$\varphi = U_0 + \mathcal{E}$

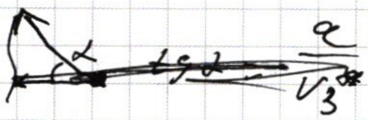
$\frac{U_1 - \cancel{(U_0 + \mathcal{E})}}{L}$

$B + C\mathcal{E} = CU_1$

$\cancel{B = C(\mathcal{E} - U_1)}$

$B = C(U_1 - \mathcal{E})$

$\cancel{1)}$ $\cancel{U_L}$ $u_C - \varphi = L\dot{I}$



$q(t) = A\sin\omega t + B\cos\omega t + C\varphi$

$q(0) = CU_1 = B\cancel{\cos\omega t} + C\varphi$

$\dot{q}(0) = A = 0.$

$CU_1 = B + C\varphi$

$C(U_1 - \varphi) = B$

$q(t) = C(U_1 - \varphi)\cos\omega t + C\varphi$

$q(0) = C(U_1 - \varphi) + C\varphi$

$q(0) = C(U_1 - \mathcal{E}) + C\mathcal{E}$

$\frac{q}{C} - \varphi = -L\ddot{q}$

$L\ddot{q} + \frac{q}{C} = \varphi$

$\ddot{q} + \frac{1 q}{LC} = \frac{\varphi}{L}$

$\frac{\varphi}{L} = \frac{1}{LC} \cdot q_0$

$\varphi = \frac{q_0}{C} \Rightarrow q_0 = C\varphi$

$\varphi = \mathcal{E}$

$CU_1 C_0$

$-U_1 - (\mathcal{E}_c + U_0) = U_L$

$-U - \mathcal{E}_c - U_0$

$\cancel{-(U + \mathcal{E}_c + U_0)}$

$-CU_1\omega \sin\omega t + \sin\omega t\, \omega C \mathcal{E}_c = 0$

$\cancel{C}\, U_1 \cancel{\omega} \sin\omega t = \sin\omega t\, \omega \mathcal{E}_c$

$\overline{U_1 \sin\omega t = \sin\omega t\, \mathcal{E}_c}$

$\dot{I} = \frac{-C\mathcal{E}_c}{-L}$

$\cancel{U_1 \sin\omega t}$

$-CU_1\omega \sin\omega t + \omega C\mathcal{E}_c \sin\omega t = I(t)$

$\omega C\mathcal{E}_c - \omega C U_1$

$\frac{-U_1 - (\mathcal{E}_c + U_0)}{L} = \dot{I}$

$\cancel{-k} \quad 0 = B\cos\omega t + C(\mathcal{E}_c + U_0)$

$\cancel{CU_1 = B} \ C(\mathcal{E}_c + U_0)$

$\frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 10}{\cdot 4}$

$B + C(\mathcal{E}_c + U_0) = CU_1$

$U_1.$

$\sqrt{\frac{10^{-4}}{4}}$

$\frac{1}{2} \cdot 10^{-4 \cdot \frac{1}{2}} = 10^{-2}$

$\frac{9-7}{\frac{4}{10}} = \frac{2}{4} \cdot 10 =$

$= 5.$

$\frac{1}{2} \cdot 10^{-2} \cdot 2 = 10\,мА$

D - on

$U_L = 0$

$I \neq 0$ (не совпадает)

D - off

$U_L \leq 0$

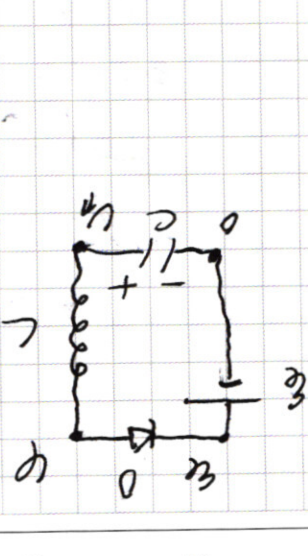
$I_L = 0$

$0 \leq \varphi - \mathcal{E}_c$

$\varphi \leq \mathcal{E}_c$

$\varphi = \mathcal{E}_c.$

$\mathcal{E}_c - U_1$



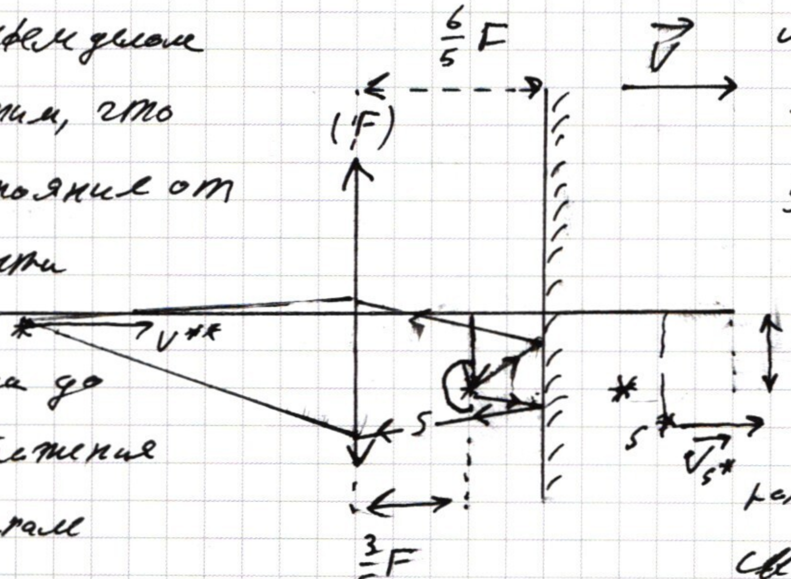
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5:

1) Прежде всего заметим, что расстояние от плоскости зеркала до изображения в зеркале составляет



$d = \frac{6}{5}F + \left(\frac{6}{5}F - \frac{3}{5}F\right) = \frac{9}{5}F > F.$

2) Формула тонкой линзы:

$+\frac{1}{F} = +\frac{1}{d} + \frac{1}{f}$.

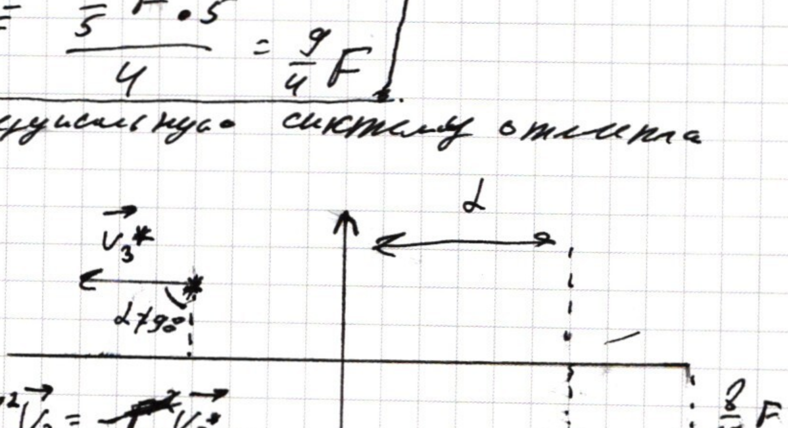
S^* - действительный предмет для линзы, так как от него падает расходящийся пучок света. S^{**} - действительное изображение, т.к. $\frac{9}{5}F > F$.

Тогда:

$$\boxed{f = \frac{dF}{d-F} = \frac{\frac{9}{5}F\cdot F}{\frac{4}{5}F} = \frac{\frac{9}{5}F\cdot 5}{4} = \frac{9}{4}F}$$

3) Перейдем в инерциальную систему отсчета зеркала.

$$\begin{cases} \vec{V}_{S^*} = \vec{V}_З + \vec{V}_{отн}. \\ \vec{V}_S = -\vec{V}_{S^*}. \\ \vec{V}_{S^*} = \vec{V}_З. \end{cases}$$



$-Г^2\vec{V}_З = \vec{V}_{З^*}$

$V_З Г^2 = V_{З^*}$

Тогда $tg\alpha = \frac{a}{V_З Г^2} = \frac{Г\cdot\frac{8}{15}F}{V_З Г^2} = \boxed{\frac{8F}{15vГ}}$

$Г\cdot\frac{8}{15}F = a$, где a - высота изображения S^{**}

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F} = \frac{F}{\frac{4}{5}F} = \frac{5}{4}$$

$$\boxed{tg\,\alpha = \frac{8F\cdot 4}{15V\cdot 5} = \frac{32F}{75V}}$$

$$\frac{d-1+2-2}{4(d+1)} = \frac{d+1-2}{4(d+1)}$$

$$\frac{1}{4} - \frac{2}{d+1}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

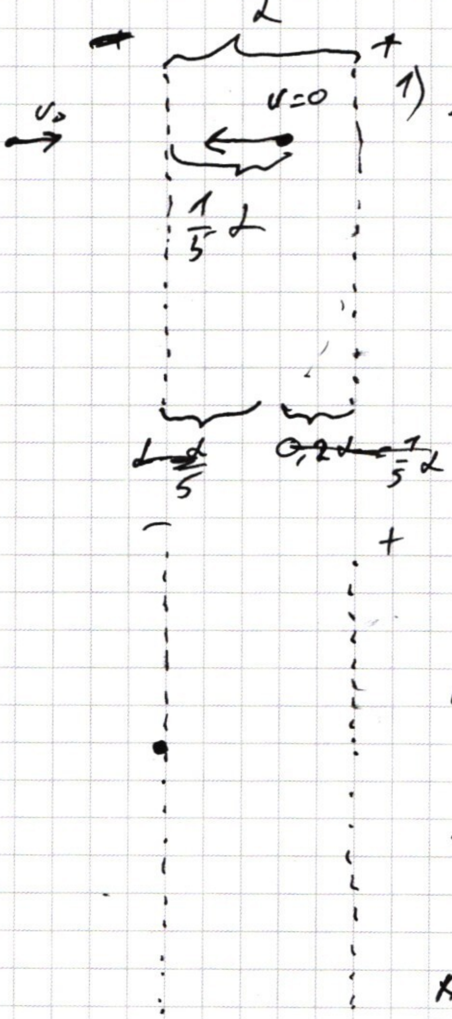
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3:

Дано:



1) $\frac{qE}{m}\cdot\frac{1}{5}d = v_0^2$ 2) $\frac{qE}{m}\cdot\frac{t^2}{2} = \frac{1}{5}d$

$\cancel{\gamma U\cdot\frac{1}{5}} = v_0^2$

$\boxed{\cancel{\gamma = \frac{5v_1^2}{4U}}}$

$\boxed{\frac{5v_1^2}{8U} = \gamma}$

$\frac{\gamma U t^2}{2d} = \frac{1}{5}d$

$\boxed{\sqrt{\frac{2d^2}{5\gamma U}} = t}$

$v_1^2 + \cancel{5v_1^2}$

$v_1^2 + \frac{5v_1^2}{8\alpha}\cdot\alpha$

$v_1^2 + \frac{5}{8}v_1^2$

$\sqrt{\frac{13}{8}v_1^2}$

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{q}{2\varepsilon_0 S} + \frac{mv_1^2}{2}$ $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 S U}{d}\cdot\frac{1}{2\varepsilon_0 S}$ $\frac{v_1}{2}\cdot\sqrt{\frac{13}{2}}$

$q = Cu = \frac{\varepsilon_0 S U}{d}$ $E\cancel{d}$ $\frac{U}{\cancel{d}}\cancel{d}$ $\frac{u}{2d}\cdot d = \varphi$

$\frac{u}{2}\cdot m\cdot\gamma = E_2$

$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Um\gamma}{2}$

$v_0^2 = v_1^2 + \gamma U$

$v_0 = \sqrt{v_1^2 + \gamma U}$

$2d\cdot\sqrt{\frac{8\,8\alpha}{5\cdot 5v_1^2\alpha}}$

$\frac{16d}{5v_1^2}$

$4d\sqrt{\frac{2\cdot 8\alpha}{5\cdot 5v_1^2\alpha}}$

$2d\sqrt{\frac{8\,8U}{5\,U\,5v_1^2}}$

$\frac{4d}{5}\sqrt{\frac{8}{v_1}}$

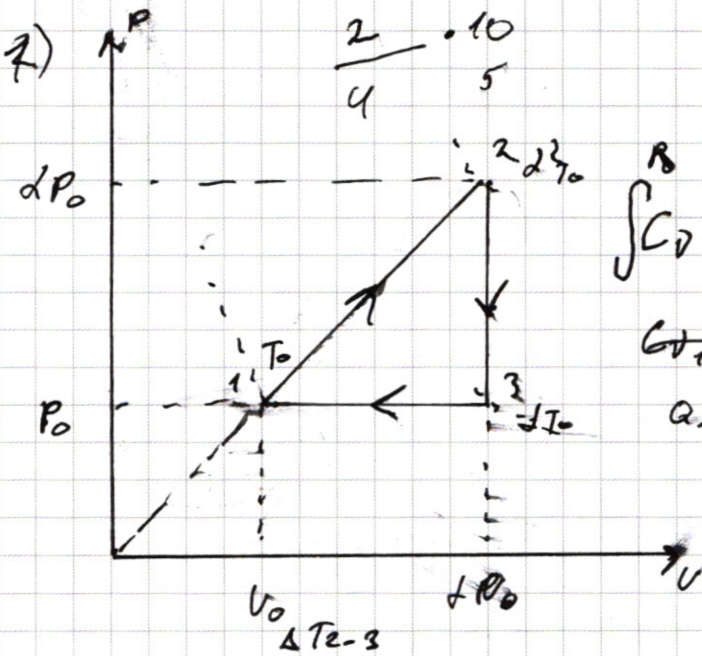
$2d\cdot\frac{8}{5v_1}$.

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

$\eta = \frac{F}{\frac{3}{2}F - F} = 2.$

1)

$$\frac{2}{4} \cdot \frac{10}{5}$$



$$\frac{3}{2}\nu R T_0 \alpha(1-\alpha) = \Delta U$$

$$\int^{B} C_\nu \cdot \nu\, dT = Q$$

$$\frac{\alpha-1}{4\alpha+4} = \frac{1}{4}$$

α ~~= 1 = 1~~

$$\frac{\alpha-1}{\alpha+1} = 1$$

$$\alpha - 1 = \alpha + 1$$

$C_{V_1} =$

$$Q_1 = \frac{3}{2} V_0 P_0 (1-\alpha)$$

$$Q_2 = \frac{3}{2} P_0 V_0 (1-\alpha) + P_0 V_0 (1-\alpha)$$

$$\frac{3}{2}\nu R \overbrace{T_0 \alpha(1-\alpha)}^{\Delta T_{2-3}} = \Delta U_{2-3} = Q_{2-3}\ C_{V_1}\ \nu\ (1-\alpha) =$$

$$\frac{3}{2}\nu R T_0(1-\alpha) = \Delta U_{3-1}$$

$$\nu R T_0(1-\alpha) = A_{3-1}$$

$$\frac{5}{2}\nu R \overbrace{T_0(1-\alpha)}^{\Delta T_{3-1}} = Q_{3-1}$$

$$\nu C_{3-1} \cancel{\Delta T_{3-1}} = \frac{5}{2}\nu R \overbrace{T_0(1-\alpha)}^{\Delta T_{3-1}}$$

$$\boxed{C_{3-1} = \frac{5}{2}R}$$

$$\nu\, C_{2-3}\cdot \cancel{\Delta T_{2-3}} = \frac{3}{2}\nu R \overbrace{T_0 \alpha(1-\alpha)}^{\Delta T_{2-3}}$$

$$\boxed{C_{2-3} = \frac{3}{2}R}$$

$$\boxed{\frac{C_{3-1}}{C_{2-3}}}$$

2) $\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2}\nu R T_0(\alpha^2-1)$

$$A = \frac{P_0(1+\alpha)}{2} V_0(\alpha-1)$$

$$\frac{P_0 V_0}{2}(\alpha^2-1) = A_{3-1}.$$

$$\boxed{\frac{3}{2}\cancel{P_0V_0(\alpha^2-1)} \cdot \frac{2}{\cancel{P_0V_0(\alpha^2-1)}} = 3.}$$

$$\frac{\alpha-1}{4\alpha+4} = f(x)$$

$$P_0 V_0 (\overset{1-\alpha}{\cancel{\alpha-1}}) + \frac{3}{2}\nu R T_0 (1-\alpha)$$

$$\frac{5}{2}\nu R \overbrace{T_0(1-\alpha)}^{\Delta T_{3-1}.}$$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

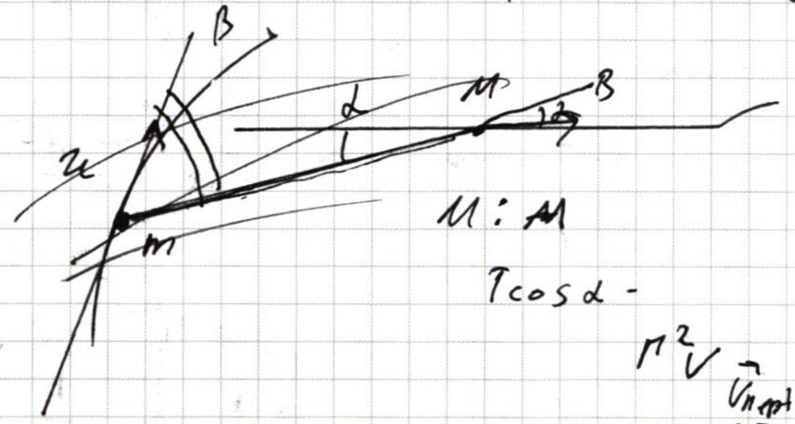
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$-(V_{отн}) = V$

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

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



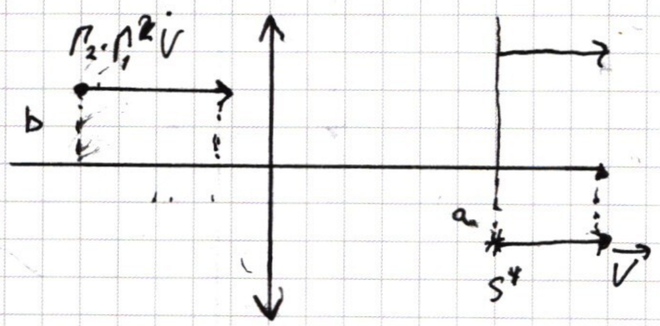
$M : M$

$T\cos\alpha -$

$\Gamma^2 V$

$\vec{V}_{пер}$ $\vec{V}_{отн} = V_{абс}$

$\vec{V} + \Gamma^2\vec{V} = V$



15

$\frac{4}{4\cdot 6}$

$\frac{\alpha-1}{4(\alpha+1)}$

$\frac{3}{4\cdot 4}$

$\frac{3}{16}$

$\frac{\alpha-1}{4(\alpha+1)} = f(\alpha)$

$\cancel{\alpha-1}$ $\cancel{\alpha+1}$, $\frac{1\cancel{+}4}{4}$

$\frac{(\alpha-1)\cdot 4 + 4(\alpha+1)}{4}$

$\cancel{1\cdot 4 - 4\cdot 1} = 0$

$\frac{\alpha-1\cdot 1}{4\alpha} - 4\alpha + 4 + 4\alpha - 4$

$4\alpha - 4 + 4\alpha + 4 = 0$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$1{,}7^{\circ}$

$3{,}4$

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

$\vec{v}\dfrac{\sin\alpha}{\cos\beta} = \vec{V} = \vec{v}_{отн}$

$ma = T\sin\beta$

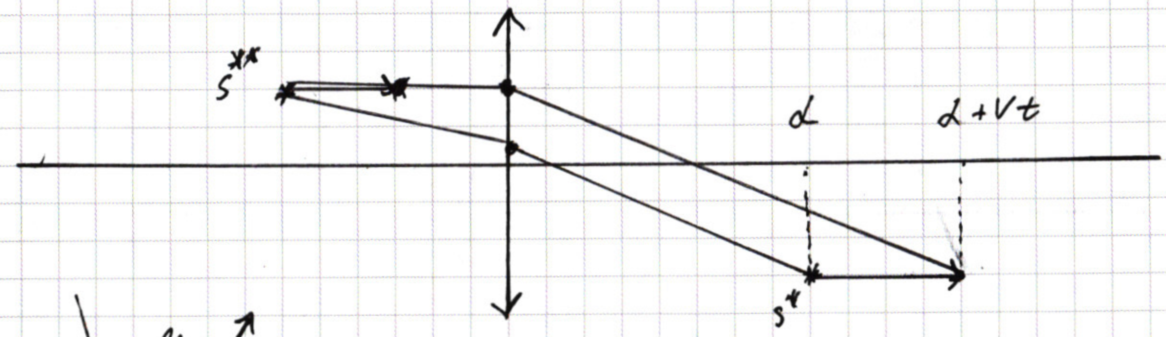
$\dfrac{mv^2}{R} = T\sin\beta \Rightarrow$

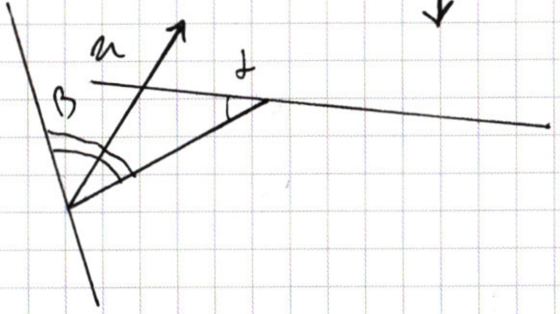
$T = \dfrac{mv^2}{R\sin\beta}$

$ma_x \cancel{\sin\alpha} = T\cos\alpha$

$ma = T\cos\beta$

$\dfrac{ma_x}{T\cos\alpha}$





☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №___
(Нумеровать только чистовики)