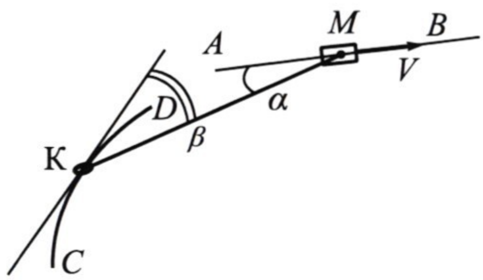
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

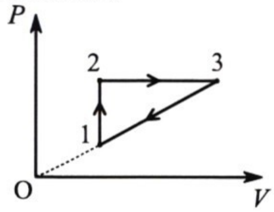
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло:

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.



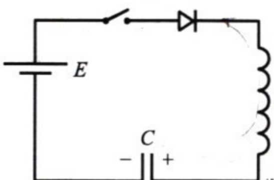
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

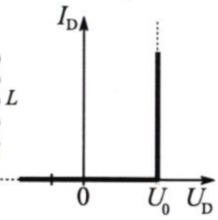
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная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

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.

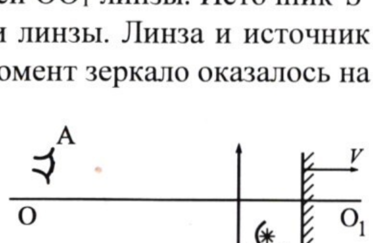
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 =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

Задача №1

Дано:

$V = 68\ \frac{см}{с}$

$m = 0,1$ кг

$R = 1,9$ м

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

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

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

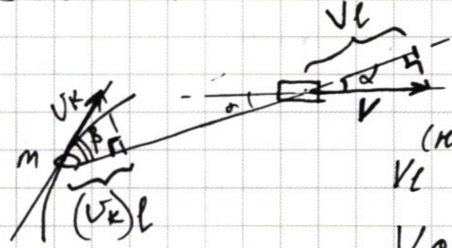
Найти:

1) $V_к$ – ?

2) $V_{км}$ – ?

3) T – ?

Решение:



1) Нить нерастяжима, значит, проэкции скоростей кольца и муфты на нить l одинаковы (на рисунке они обозначены V_l и $(V_к)_l$):

$V\cos\alpha = V_к \cdot \cos\beta$, где

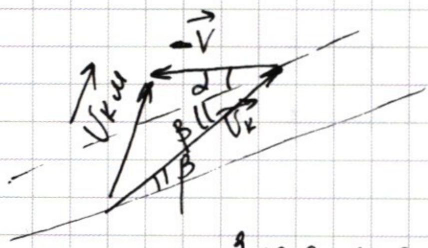
$V_к$ – скорость кольца;

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

$$V_к = \cancel{68}\ \frac{см}{с} \cdot \frac{15 \cdot 5}{\cancel{17} \cdot \cancel{4}} = 75\ \frac{см}{с}.$$

2) $\vec{V_к} = \vec{V_{км}} + \vec{V}$ (закон сложения скоростей, где $\vec{V_{км}}$ – скорость кольца относительно муфты.

$$\vec{V_{км}} = \vec{V_к} + (-\vec{V}).$$



Из треугольника скоростей по теореме косинусов:

$$V_{км} = \sqrt{V^2 + V_к^2 - 2VV_к\cos(\alpha+\beta)}.$$

Зная, что $\cos\alpha = \frac{15}{17}$ и $\cos\beta = \frac{4}{5}$, найдем $\sin\alpha = 1 - \cos^2\alpha = \frac{8}{15}$

и $\sin\beta = 1 - \cos^2\beta = \frac{3}{5}$,

тогда

$$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta = \frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5} - \frac{8}{15}\cdot\frac{3}{5} = \frac{164}{25\cdot 17}.$$

Найдем $V_{км}$:

$$V_{км} = \sqrt{V^2 + V^2\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} - 2V\cdot V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cdot\cos(\alpha+\beta)} =$$

Задача №2

Дано:
$i=3$
график

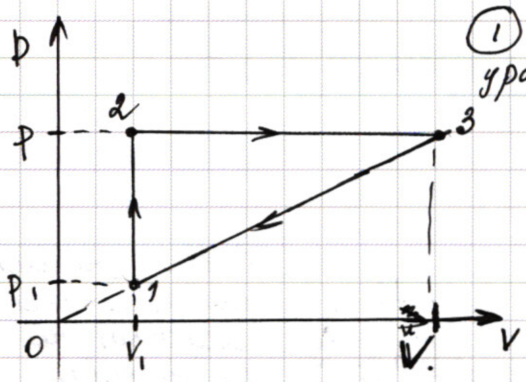
Найти:

1) отнош-е мол. масс

2) $\frac{Q_{23}}{A_{23}}$

3) η_{max} - ?

Решение:



① 1) Для процесса 1-2: уравнение Менделеева-Клайперона

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

Для 2-3:

$p V_1 = \nu R T_2$

Для 3-1:

$p V = \nu R T_2$

(значения p_1, p, V_1, V обозначены на графике).

По графику: $p > p_1$, $V > V_1$, значит,

$T_2 > T_1$, $T_3 > T_2$ и $T_3 > T_1$, [illegible],

значит, тепло подводилость на участках 1-2 и 2-3.

2) Для 1-2:

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12}$ $\left(\underset{\text{т.к. 1-2 – изохора}}{A_{12}=0}\right)$.

$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$, где $Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12}$

$C_{12} \Delta T_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12}$

$C_{12} = \frac{3}{2}\nu R = c_V$

Для 2-3:

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$, где A_{23} – площадь под 2-3 и

$Q_{23} = C_{23} \Delta T_{23}$.

$C_{23} \Delta T_{23} = p(V - V_1) + \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{23} = \nu R \Delta T_{23} + \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{23} =$

$= \frac{5}{2}\Delta T_{23} \cdot \nu R$

$C_{23} = \frac{5}{2}\nu R = c_p$.

Тогда $\frac{C_{\mu 23}}{C_{\mu 12}} = \frac{c_p}{c_V} = \frac{\frac{5}{2}}{\frac{3}{2}} = \frac{5}{3}$.

☐ черновик ☑ чистовик Страница №3
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

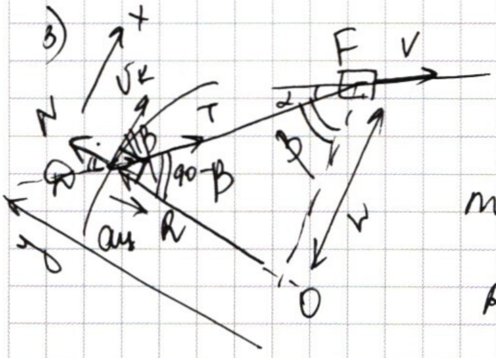
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$= V_{км} = V\sqrt{1+\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} - 2\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cdot\cos(\alpha+\beta)} = V\sqrt{1+\frac{5625}{68^2}-\frac{6150}{7225}} =$

$= V\sqrt{1+\frac{5625}{4624}-\frac{6150}{7225}} \approx V\sqrt{1+1,2-0,9} = V\sqrt{1,3}$

$V_{км} \approx V\cdot\sqrt{1,3} = 68\cdot\sqrt{1,3}\ \frac{см}{с}.$

3)



1. Обозначим $OF = L$, из $\triangle DFO$ по теореме косинусов:

$L=\sqrt{R^2+\frac{25}{9}R^2 - R\cdot\frac{5R}{3}\sin\beta} = \frac{4}{3}R,$

тогда для стороны DO:

$R^2 = \frac{25R^2}{9}+\frac{16}{9}R^2 - 2\cdot\frac{5}{3}R\cdot\frac{4}{3}R\cos\angle DFO.$

Отсюда $\cos\angle DFO = \frac{32}{40}$, значит, $\sin\angle DFO = \frac{3}{5}$, значит, $\angle DFO=\angle\beta$ (синусы равны и углы $<\frac{\pi}{2}$).

~~Значит, в этом положении~~

2. На кольцо по оси y: (2ой закон Ньютона): $-N+T\sin\beta = m\cdot\frac{V_к^2}{R}$. (1)

на Ox: $ma_\tau = T\cos\beta$ (2) (a_τ – тангенциальное ускорение)

знаем, что $a_\tau^2+a_n^2=a^2$ (a – полное ускорение),

так как $\angle\beta = \angle DFO$, a направлена по l. на ось l:

$ma = T - N\cos\beta$. Выразим неизвестные из (1) и (2).

$m\left(\frac{V_к^2}{R}+\frac{T^2\cos^2\beta}{m^2}\right) = T - \left(T\sin\beta - m\frac{V_к^2}{R}\right)$. Отсюда $T=\frac{(1-\sin\beta)m}{\cos^2\beta} =$

$T=\frac{m}{\sin\beta} = \frac{0,1\cdot 5}{3} = \frac{1}{6}$ Н.

Ответ: 1) ~~75 см/с~~ $V_к = V\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 75\ \frac{см}{с}$. 2) $V_{км}\approx 63\sqrt{1,3}\ \frac{см}{с}$; 3) $T=\frac{1}{6}$ Н.

② 3) Для изобарного процесса 2-3:

$Q_{23} = \frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23}$ и $A_{23} = p(V - V_1) = \nu R \Delta T_{23}$

(найдено ранее)

(уравнение Менделеева-Клайперона)

Тогда $\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2}\nu R\Delta T_{23}}{\nu R\Delta T_{23}} = \frac{5}{2}$.

③. Для цикл Карно

$\eta_{max} = \frac{T_H - T_x}{T_H}$, где $T_H = T_{12} + T_{23}$,

$T_x = T_{13}$

$\eta_{max} = 1 - \frac{T_x}{T_H}$

Ответ: 1) $\frac{5}{3}$

2) $\frac{5}{2}$

3) $\eta_{max} = 1 - \frac{T_{13}}{T_{12} + T_{23}}$.

Задача №3.

Дано:

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

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

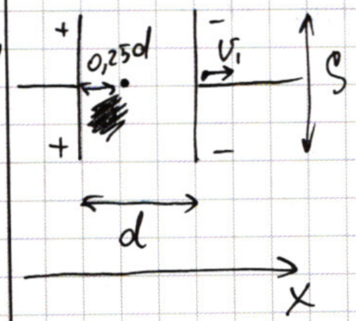
Найти:

1) v_1 - ?

2) Q - ?

3) v_2 - ?

Решение:



① 1) На тело будет действовать по оси X только постоянная сила $F_э = Eq$, где E - напряженность поля внутри конденсатора, значит, движение частицы равноускоренное. 2ой закон Ньютона на ось X:

□ черновик ☑ чистовик Страница № 4

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Eq = ma$, где $a = \frac{v_1 - 0}{T}$

Тогда $E = \frac{mv_1}{T \cdot q} = \frac{v_1}{T\gamma}$.

2) Закон изменения энергии для частицы:

$\frac{mv_1^2}{2} - 0 = Eq \cdot (d - 0{,}25d)$.

$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{v_1}{T\gamma} \cdot q \cdot 0{,}75d$

$v_1 = \frac{2q \cdot 0{,}75d \cdot \cancel{m}}{T \cdot q \cdot \cancel{m}} = 1{,}5\frac{d}{T}$ //.

(2). Ёмкость конденсатора по определению:

$C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 S}{d}$ и $C = \frac{Q}{U}$, где $\varepsilon = 1$ и U - напряжение между обкладками.

$\frac{\varepsilon_0 S}{d} = \frac{Q}{U} = \frac{Q}{Ed}$ (используя $U = Ed$).

$Q = E \cdot \varepsilon_0 S = \frac{v_1}{T\gamma}\varepsilon_0 S = \frac{1{,}5d}{T \cdot T\gamma} \cdot \varepsilon_0 S = \frac{1{,}5d\,\varepsilon_0 S}{T^2 \cdot \gamma}$.

$Q = \frac{1{,}5d\,\varepsilon_0 S}{T^2 \cdot \gamma}$ //.

~~(3)~~

(3) $\frac{mv_2^2}{2} = k\frac{Qq}{0{,}25d}$

~~(3) $A = 0 + k\frac{Qq}{0{,}25d} = E \cdot q \cdot 0{,}75d$.~~

$v_2 = \sqrt{\frac{2kQq}{0{,}25dm}} = \frac{1}{5}\sqrt{\frac{2kQ}{\gamma d}}$

Ответ: 1) $v_1 = 1{,}5\frac{d}{T}$

2) $Q = \frac{1{,}5d\,\varepsilon_0 S}{T^2\gamma}$.

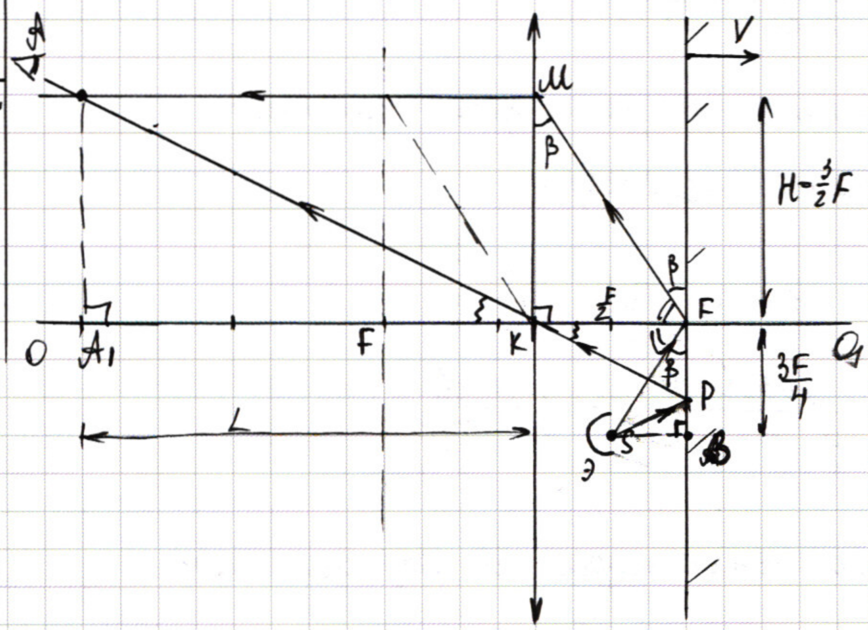
3) $V_2 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2kQ}{\gamma d}}$.

Задача №5.

Дано: F, V

Найти:
1) L
2) α
3) u

Решение:



① 1) Пусть H – высота изображения над OO_1 (см. рисунок).

Из подобия $\triangle MKF \sim \triangle FBS$:

значит, $\frac{\frac{3F}{4}}{H} = \frac{\frac{F}{2}}{F}$

Отсюда $H = \frac{3}{2}F$

2) Опустим перпендикуляр AA_1 из точки A на OO_1:

$\triangle AA_1K \sim \triangle PFK$: $\frac{H}{EP} = \frac{A_1K}{F}$, где $A_1K = L$ (расстояние от плоскости линзы до изображения) и $EP = F/2$.

Отсюда $L = 3F$.

②. Пусть $\angle AKA_1 = \alpha$ (искомый).

$tg\alpha = \frac{H}{d} = \frac{\frac{3}{2}F}{3F} = \frac{1}{2}$. $\alpha = arctg\frac{1}{2}$.

③. $\Gamma = \frac{\frac{3F}{4}}{H} = \frac{\frac{3F}{4}}{\frac{3}{2}F} = \frac{1}{2}$, где Γ – увеличение.

$u = \Gamma^2 \cdot V$, где u – скорость изображения, V – скорость предмета в зеркале.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Перейдём в СО зеркала; относительно него источник движется со скорость V влево.
(Изображение будет симметрично зеркалу только в СО зеркала).
Перейдём обратно в СО Земли:

$$V = V - (-V) = 2V,$$ значит,

$$u = \Gamma^2 \cdot 2V$$

$$u = \frac{1}{4} \cdot 2V = \frac{1}{2} V$$

$$u = \frac{1}{2} V$$

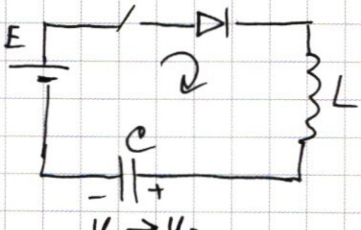
Ответ: 1) $3F$
2) $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{1}{2}$
3) $\frac{1}{2} V$.

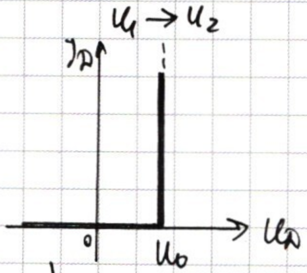
Задача №4.

Дано:
$E = 9В$
$C = 40мкФ$
$U_1 = 5В$
$L = 0{,}1 Гн$
$U_0 = 1В$

Найти:
1) $\dot{J}$
2) J_{max}
3) U_2

Решение:





1) Правило Кирхгофа по часовой стрелке (для начального момента)

$$E - L\frac{dJ}{dt} = U_1$$

$$E - U_1 = L\frac{dJ}{dt}$$

$$\frac{dJ}{dt} = \dot{J} = \frac{E - U_1}{L}$$

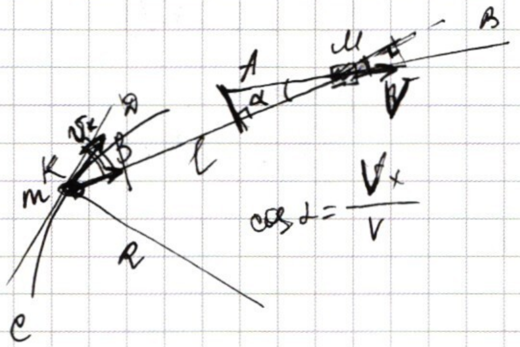
$$\dot{J} = \frac{9-5}{0{,}1} = 40$$

2) Максимальной J станет тогда, когда конденсатор перезарядится.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$V,\ m,\ l,\ R,\ \alpha,\ \beta.$

$V\cos\alpha = v_k\cos\beta$

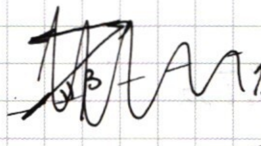
$v_k = \dfrac{V\cos\alpha}{\cos\beta} = \dfrac{68\,\frac{см}{с}\cdot\frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} =$

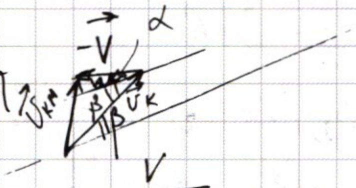
$= \cancel{68}^{\,4}\cdot\dfrac{15}{\cancel{17}}\cdot\dfrac{5}{\cancel{4}}\cdot\dfrac{см}{с} = 75\,\dfrac{см}{с}$

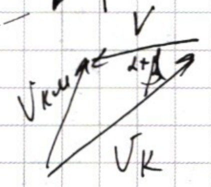
68 | 17 ; 4 ; 28 ; 28

15 · 5 = 75

$\vec{v}_{км} = \vec{v}_к - \vec{v}_м = \vec{v}_к + (-\vec{V})$







$v_{км} = \sqrt{V^2 + v_к^2 - 2Vv_к\cdot\cos(\alpha+\beta)}$

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

$\cos\alpha = \dfrac{15}{17} \to \sin\alpha = \dfrac{\sqrt{(17-15)(17+15)}}{15} = \dfrac{\sqrt{2\cdot 32}}{15} = \dfrac{8}{15}.$

$\cos\beta = \dfrac{4}{5} \to \sin\beta = \dfrac{\sqrt{25-16}}{5} = \dfrac{3}{5}$

$\cos(\alpha+\beta) = \dfrac{\cancel{15}^{\,3}}{17}\cdot\dfrac{4}{\cancel{5}} - \dfrac{8}{\cancel{15}_{\,5}}\cdot\dfrac{\cancel{3}}{5} =$ (12)

$= \dfrac{12}{17} - \dfrac{8}{25} = \dfrac{12\cdot25 - 8\cdot17}{25\cdot17} = \dfrac{164}{25\cdot17}$

17 · 8 = 136

25 · 12 = 50 + 25 = 300; 300 − 136 = 164 | 17

17 · 17 = 119 + 17 = 289

17 · 15 = 62; 225 + 64 = 289

$v_{км} = \sqrt{68^2 + 75^2 - 2\cdot\cancel{68}^{\,4}\cdot\cancel{75}^{\,15\,3}\cdot\dfrac{164}{\cancel{25}_{\,5}\cdot\cancel{17}}} =$

$= \sqrt{68^2 + 75^2 - \underbrace{2\cdot4\cdot3}_{24}\cdot164} =$ 12

$= \sqrt{6313}$

75 | 5 ; 5 ; 15 ; 25

68 | 17 ; 68 ; 4

68 · 68 = 544 + 408 = 4624; 4624 + 5625 = 10249

75 · 75 = 375 + 525 = 5625

164 · 24 = 656 + 328 = 3936

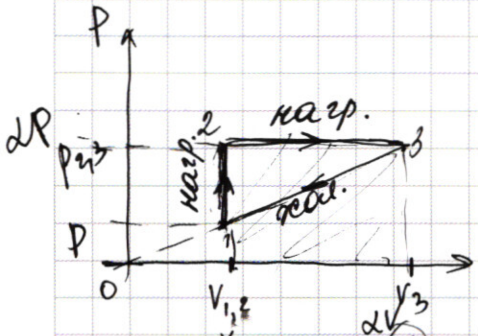
17 · 2 = 34 + 17 = 51 + 17 = 68

49 + 7 = 56

15 · 5 = 75

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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



$i=3$. ид. газ

$c_\mu - ?$ $c_\mu = \frac{C}{\mu} = \frac{Q}{\Delta T \cdot \mu}$

$C = mc = cm = \frac{Q}{\Delta T}$

$cm\Delta T = Q$

αV

1-2: $p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$ повыш-е тем.

$\alpha p \cdot \alpha V = \nu R T_3$

$pV = \nu R T_1$

$\frac{T_3}{T_1} = \alpha^2$

2-3 $pV = \nu RT$ повыш-е тем.

3-1: $pV = \nu RT$ Т. не изм.

Для 1-2: $Q_{12} = \overset{0}{\cancel{A_{12}}} + \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{12} = C_{12} \Delta T_{12}$

$C_{12} = \frac{3}{2}\nu R = C_p$.

2-3: $Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} = p_2 (V_3 - V_2) + \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{3\cdot 2}$

$p_3 V_3 = \nu R T_3$ $T_3 = \frac{p_3 V_3}{\nu R} = p_2 \frac{V_3}{\nu R}$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$ $T_2 = \frac{p_2 V_2}{\nu R} = p_3 \frac{V_2}{\nu R}$

$T_3 - T_2 = \cancel{\frac{1}{\nu R}(p_3 V_3 - p_2 V_2)} = \frac{p_2}{\nu R} \cdot (V_3 - V_2)$

$Q_{23} = p_2 (V_3 - V_2) + \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{p_2}{\nu R}(V_3 - V_2) =$

$= p_2 \Delta V_{32} + \frac{3}{2} p_2 \Delta V_{32} = \frac{5}{2} p_2 \Delta V_{32} = C_{23} \Delta T_{23}$

$C_{23} = \frac{5 p_2 \Delta V_{32}}{2 \cdot \Delta T_{23}} = \frac{5}{2} \cdot \nu R =$

$= C_p$.

$\frac{c_{\mu 12}}{c_{\mu 23}} = \frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{\frac{3}{2}\nu R}{\frac{5}{2}\nu R} = \frac{3 \cdot 2}{2 \cdot 5} = \frac{3}{5}$.

2) $Q_{23} = \frac{5}{2} p_2 \Delta V_{32}$, $A_{23} = p_2 \Delta V_{32}$

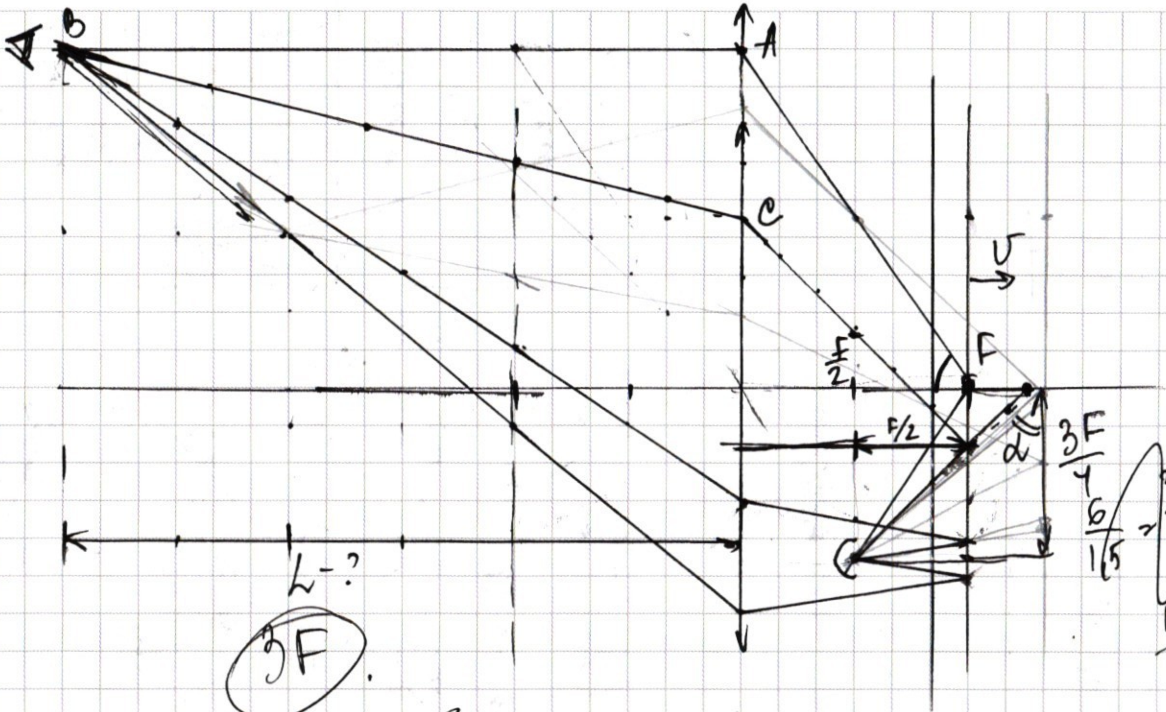
$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{5}{2} p_2 \Delta V_{32}}{p_2 \Delta V_{32}} = \frac{5}{2}$.

☑ 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



3F

$\frac{1}{F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{F+0{,}1F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$

1,1F

$\frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{1{,}1F} = \frac{1{,}1-1}{F\cdot 1{,}1} = \frac{0{,}1}{1{,}1F} = \frac{1}{11F}.$

$\frac{6}{1{,}5} = \frac{60}{15} = 4$

$\frac{1{,}5}{6} = \frac{15}{60} = \frac{1}{4}$

$\frac{1}{5}\Big/\frac{9}{2{,}5}$

$\cancel{\frac{1}{F/2} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}}.$

$\cancel{\frac{1}{b} = \frac{1}{F} + \frac{2}{F} = \frac{3}{F}}$

$\cancel{b = \frac{F}{3}}.$

$\frac{1}{F}$ $\quad -\frac{2}{F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$

$\cancel{\Gamma = \frac{F/2}{3F}} = \frac{1}{6}.$ $\quad \Gamma = \frac{3F}{4\cdot 1{,}5F} = \frac{3\cdot 10\cdot 2}{4\cdot 15} = \frac{1}{2}$

$v_{из} = \Gamma^2\cdot v = \frac{1}{4}v.$

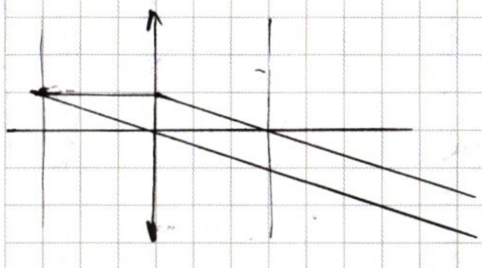
$\cancel{\frac{1}{F} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}$

$\cancel{-\frac{2}{F} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}}$

$\cancel{-\frac{1}{b} = \frac{3}{F}}$ $\cancel{\frac{1}{b}}$. $\cancel{b = -\frac{F}{3}}$

Для AB $y =$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{0{,}5F+0{,}1F}{\frac{3F}{4}} = \frac{0{,}6F\cdot 4}{3F} = \frac{6\cdot 4}{10\cdot 3} = \frac{4}{5}.$



Задача №1.

Дано:

$V = 68 \frac{см}{с}$

$m = 0{,}1$ кг

$R = 1{,}9$ м

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

$\alpha \left(\cos\alpha = \frac{15}{17}\right)$

$\beta \left(\cos\beta = \frac{4}{5}\right)$

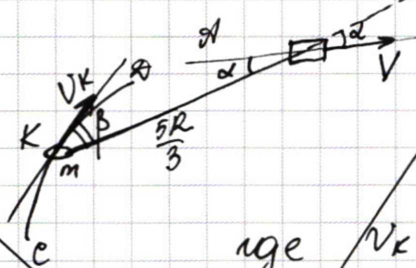
Найти:

1) $V_к$ – ?

2) $V_{км}$ – ?

3) T – ?

Решение:



1) Нить нерастяжима, значит, проекции скоростей кольца и муфты одинаковы:

$$V\cos\alpha = V_к \cos\beta,$$

где $V_к$ – скорость кольца.

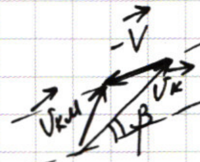
$$V_к = \frac{V\cos\alpha}{\cos\beta}$$

$$V_к = 68 \frac{см}{с} \cdot \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} = 75 \frac{см}{с}.$$

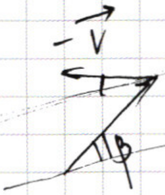
2) $\vec{V}_{км} = \vec{V}_к - \vec{V}_м$ (закон сложения скоростей),

где $V_{км}$ – скорость кольца относительно муфты.

$\vec{V}_{км} = \vec{V}_к + (-\vec{V})$.



~~муфта~~



$$\sqrt{V^2\left(1 + \frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta}\right) - 2V^2 \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\cos(\alpha+\beta)} =$$

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

$$= V\sqrt{1 + \frac{\cos\alpha}{\cos\beta}\left(\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} - 2\cos(\alpha+\beta)\right)}$$

$$\frac{\cancel{15}^{3}}{17} \cdot \frac{4}{\cancel{5}} - \frac{8}{\cancel{15}_{5}} \cdot \frac{\cancel{5}}{5} = \frac{12}{17} - \frac{8}{25} = \frac{12 \cdot 25 - 8 \cdot 17}{25 \cdot 17} = \frac{164}{25 \cdot 17}.$$

$25 \times 12 = 50 + 25\_ = 300$

$300 - 136 = 164$

$17 \times 8 = 136$

49, $7 \times 8 = 56$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$-\begin{array}{r}10249\\3936\\\hline 6313\end{array}$$

6313

$\frac{5\cdot 1{,}9}{3} = \frac{\cancel{5}\cdot 19}{2\cancel{10}\cdot 3} = \frac{19}{6}.$

$p\cancel{v}=\alpha$

$p=\frac{\alpha}{v}$

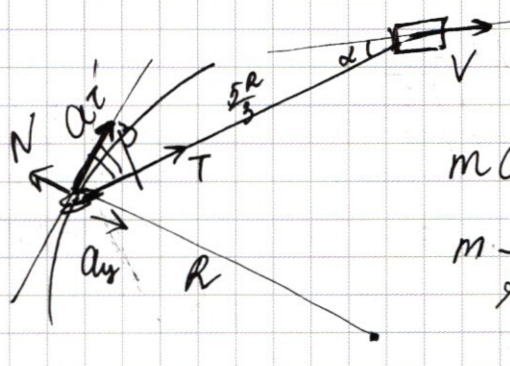
$$v_{км} = \sqrt{v^2 + \frac{v^2\cos^2\alpha}{\cos^2\beta} - 2\cdot v\cdot\frac{v\cos\alpha}{\cos\beta}(\cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta)} =$$

$m\cdot\frac{v_к^2}{R} = N + T\sin\beta.$

$T = \frac{mv_к^2}{R\sin\beta} = \frac{0{,}1\cdot \cancel{75}^{25}\cdot 75\cdot 0{,}01\cdot 0{,}01\cdot 5}{1{,}9\cdot\cancel{3}} =$

$= \frac{25\cdot 75\cdot 0{,}01\cdot 0{,}01\cdot 5}{19}$

$\frac{75}{15}\Big|\frac{3}{25}$



$ma_\tau = T\cos\beta.$

$m\frac{v_к^2\cdot 9}{\cancel{25}_5 R^2} = T\cdot\frac{4}{\cancel{5}}$

$T = \frac{9mv_к^2}{R^2\cdot 5\cdot 4} = \frac{9\cdot\cancel{0{,}1}\cdot\cancel{75}^{15}\cdot 75\cdot 0{,}01\cdot 0{,}01}{1{,}9\cdot 19\cdot\cancel{0{,}1}\cdot 0{,}1\cdot\cancel{5}\cdot 4}$

$\frac{75}{1}\Big|\frac{5}{15}$ $\frac{1}{25}$

$68^2\cdot 1{,}3 + 68^2 = 75^2$

$2{,}3\cdot 68^2 = 75^2$

$$\begin{array}{r}68\\68\\\hline 544\\408\\\hline 4624\\23\\\hline 13872\end{array}\qquad\begin{array}{r}75\\75\\\hline 375\\525\\\hline 5625\end{array}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

в) $\eta_{карно} = \eta_{max} = \dfrac{T_н - T_х}{T_н} =$

$V_{км} = 68\sqrt{1 + \dfrac{15\cdot5}{17\cdot4}\left(\dfrac{15\cdot5}{17\cdot4} - 2\cdot\dfrac{164}{25\cdot17}\right)} =$

$= 68\sqrt{1 + \dfrac{15\cdot5}{17\cdot4}\cdot\dfrac{15\cdot5}{17\cdot4} - \dfrac{2\cdot\cancel{164}\cdot15\cdot5}{25\cdot17\cdot17\cdot\cancel{4}}} =$

$= 68\sqrt{1 + \dfrac{5625}{68} - \dfrac{6150}{7225}}$

$1 + 1,2 - 0,8$

$0,8$

$1 + 1,2 - 0,9$

$2,2 - 0,9 = 1,3$

$6150 : 7225 = 0,9$

$5625 : 4624 = 1,2$

$68 \cdot 68 = 4624$

$17 \cdot 17 = 289$

$289 \cdot 25 = 7225$

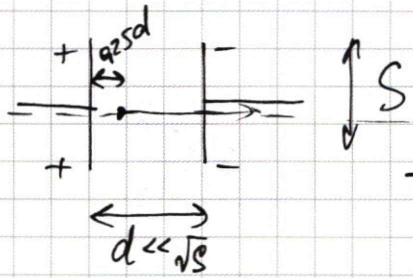
$225 \cdot 25 = 5625$

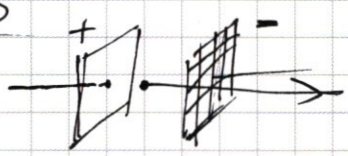
$75 \cdot 41 = 3075$, $3075 \cdot 2 = 6150$

$164 : 4 = 41$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{q}{m} = \gamma$, время T.





$$\frac{mv_1^2}{2} - 0 = F\cdot(d - 0{,}25d) = \cancel{A}\cdot\cancel{E}\cdot\cancel{0{,}7} \; q\cdot E\cdot 0{,}75d$$

$0{,}75 + 0{,}25 = 1{,}00$

$$\cancel{\frac{mv_1^2}{2} = qE\,0{,}7d}$$

$Ed = U = -\Delta\varphi$

$\cancel{qEd}$ U. $\cancel{\Delta\varphi}$

$E = \frac{F}{q}$

$$\frac{mv_1^2}{2} = Eq\cdot 0{,}75d.$$

$$v_1^2 = \frac{2Eq\cdot 0{,}75d}{m} = 2E\cdot 0{,}75d\cdot\gamma = 1{,}5Ed\gamma.$$

$0{,}75 \cdot 2 = 1{,}50$

$$v_1 = \sqrt{1{,}5Ed\gamma}.$$

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = \frac{Q}{U}$$

$$\vec{Eq} = ma = m\frac{v_1}{T}$$

$$E = \frac{mv_1}{Tq} = \frac{v_1}{T\gamma}$$

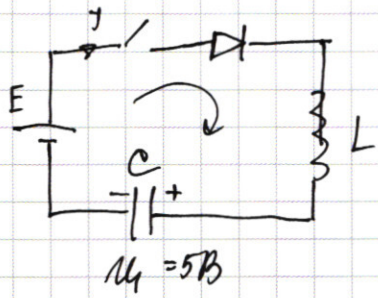
$$v_1^{\cancel{2}} = 1{,}5\cdot\frac{\cancel{v_1}}{T\cancel{\gamma}}\cdot d\cdot\cancel{\gamma} \qquad v_1 = 1{,}5\frac{d}{T}.$$

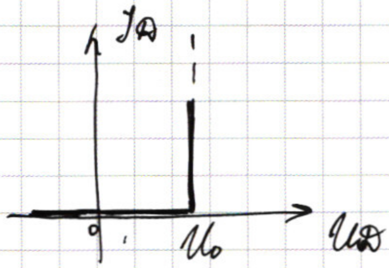
$$U = Ed = \frac{1{,}5d}{T\cdot T\gamma}\cdot d = \frac{1{,}5d^2}{T^2\cdot\gamma}.$$

1

$$C = \frac{Q\cdot T^2\gamma}{1{,}5d^2} = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \qquad Q = \frac{\varepsilon_0 S\cdot 1{,}5d}{T^2\gamma}.$$

←





$E = 9B$, $C = 40$ мкФ, $U_1 = 5B$,

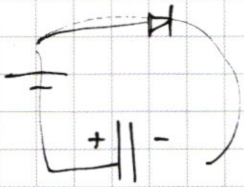
$L = 0{,}1$ Гн, $U_0 = 1B$

$\frac{dI}{dt}$

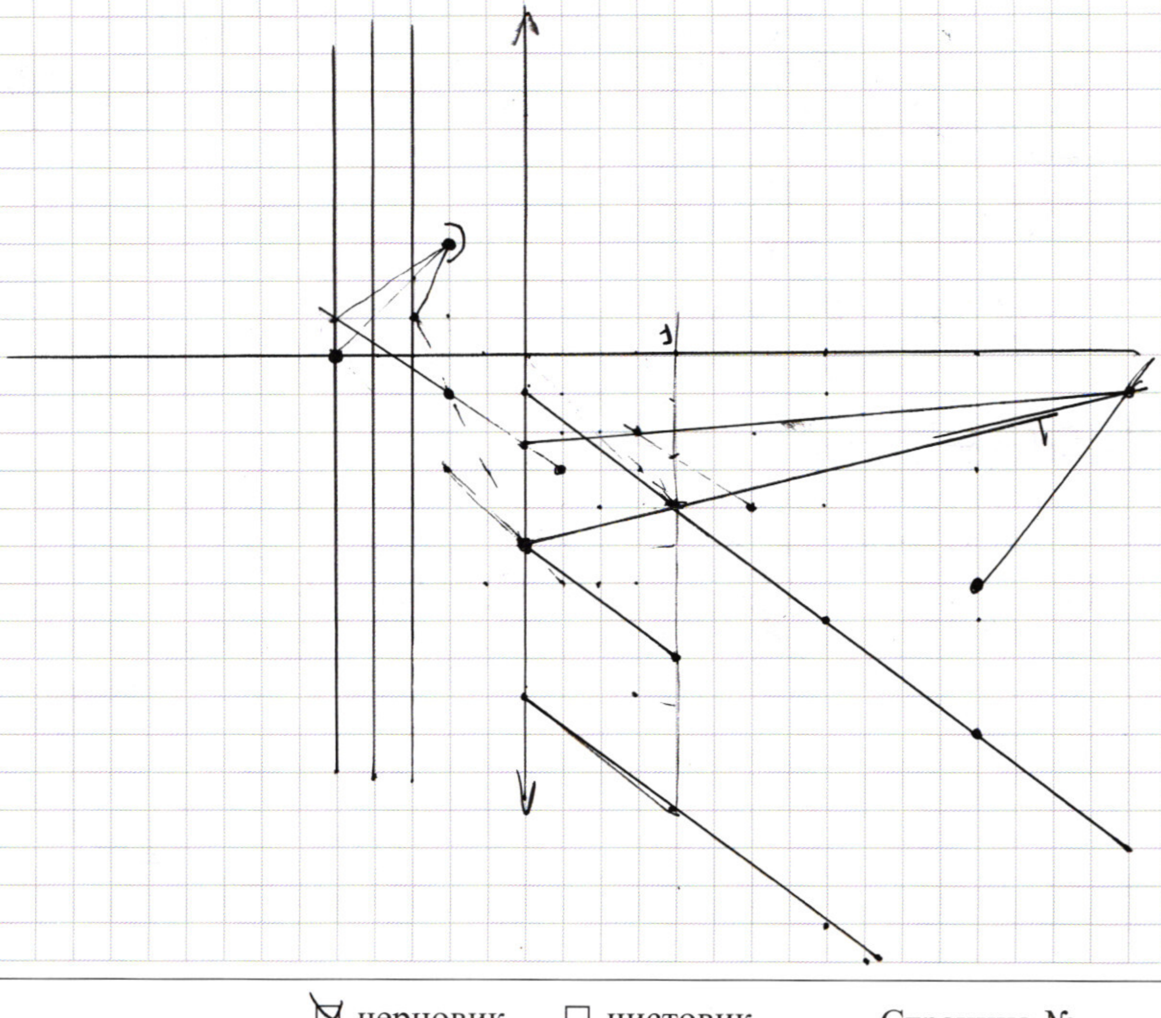
$E - L\frac{dI}{dt} = U_1$

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

$\frac{dI}{dt} = \frac{E - U_1}{L} = \frac{9-5}{0{,}1} = 4 \cdot 10 = 40.$



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

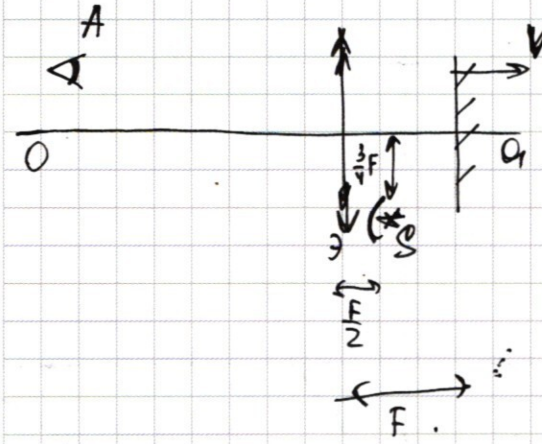


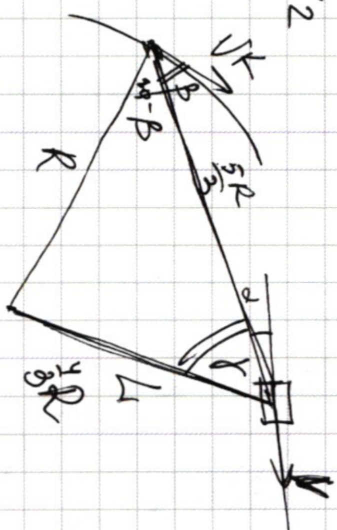
☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

F.

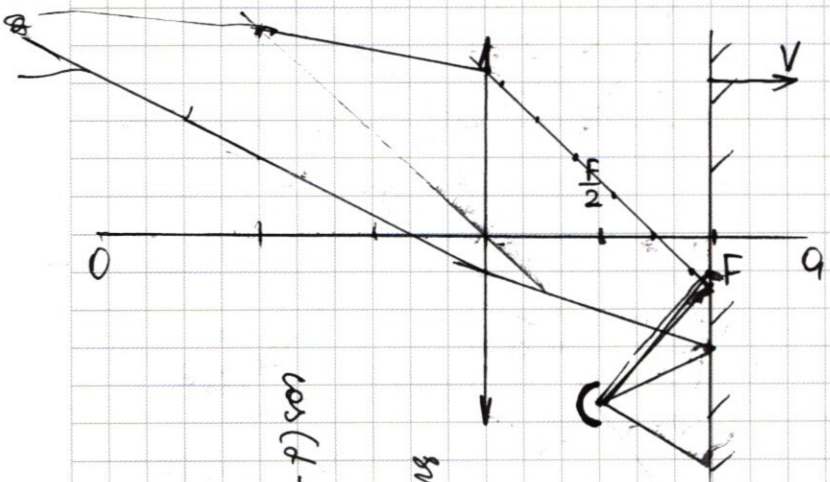




$\frac{9}{2} = 4,5$

$\cos\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) = \sin\beta$

$\operatorname{tg}\alpha =$



$\frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4}$

$\frac{3}{4}F$

$\frac{25}{9}R^2 + R^2 - 2 \cdot \frac{5}{3}R \cdot R \cdot \frac{3}{5} =$

$= \frac{25}{9}R^2 + R^2 - 2R^2 = R^2\left(\frac{25-9}{9}\right) = R^2 \frac{16}{9}$

$L = \frac{4}{3}R$

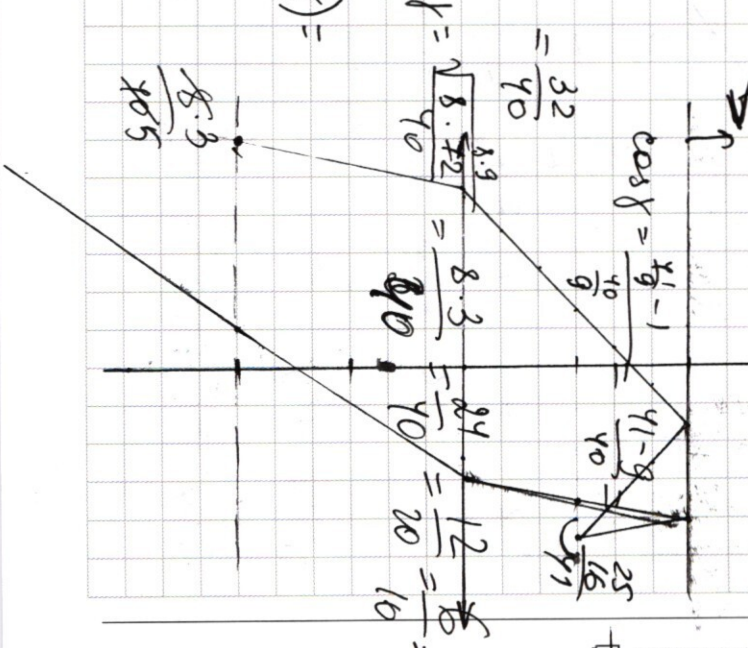
$\frac{25R^2}{9} + \frac{16}{9}R^2 - 2 \cdot \frac{5}{3}R \cdot \frac{4}{3}R \cos\gamma = R^2$

$\frac{41}{9} - \frac{40}{9}\cos\gamma = 1$

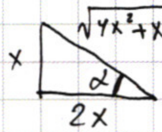
$\cos\gamma = \frac{\frac{41}{9} - 1}{\frac{40}{9}} = \frac{41-9}{40} = \frac{32}{40}$

$\sin\gamma = \frac{\sqrt{8 \cdot 72}}{40} = \frac{8 \cdot 3}{40} = \frac{24}{40} = \frac{12}{20} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$

$\cos(\alpha + \gamma) =$

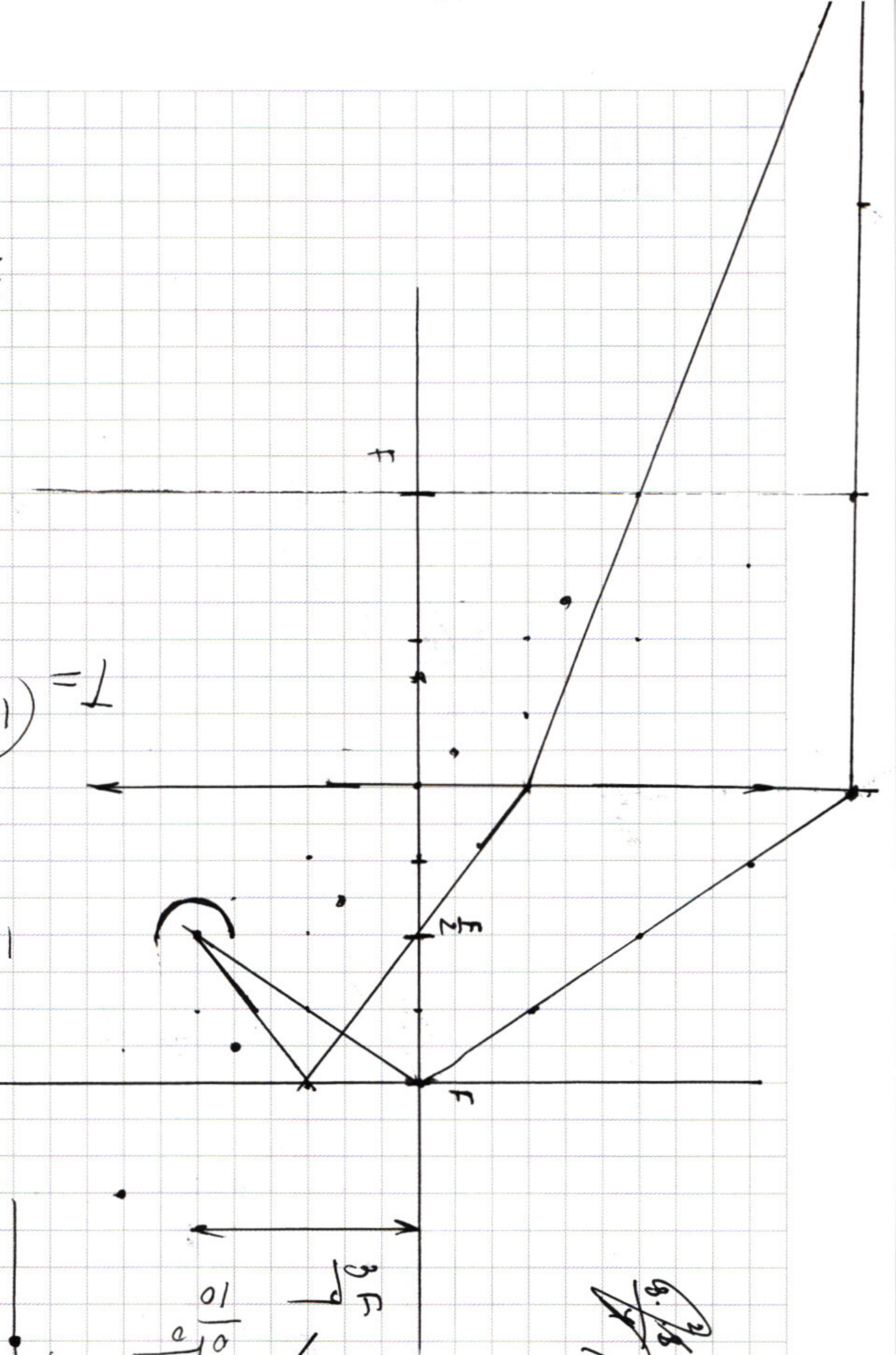


$$\frac{\frac{3}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{3}{2}\cdot 2 = 3 = \frac{A_1K}{F}$$

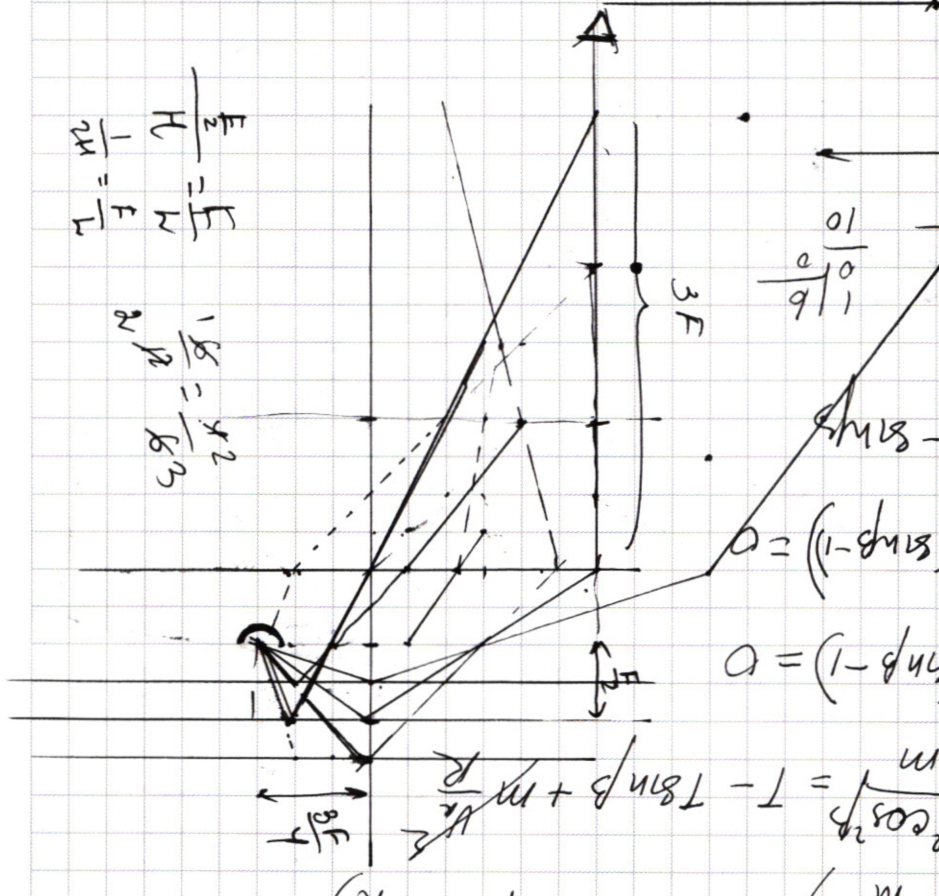


$\sqrt{4x^2+x^2} = x\sqrt{5}$.

$$T = \frac{(1-\sin\beta)\,m}{(1+\sin\beta)(1+\beta)}$$



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



$$T\,\frac{\cos^2\beta}{m} = 1-\sin\beta$$

$$T\left(T\,\frac{\cos^2\beta}{m} + (\sin\beta - 1)\right) = 0$$

$$T^2\,\frac{\cos^2\beta}{m} + T(\sin\beta - 1) = 0$$

$$\cancel{m\frac{v_2^2}{R}} + \frac{T^2\cos^2\beta}{m} = T - T\sin\beta + \cancel{m\frac{v_2^2}{R}}$$

$$m\left(\frac{v_2^2}{R} + \frac{T^2\cos^2\beta}{m^2}\right) = T - \left(T\sin\beta - m\frac{v_2^2}{R}\right)$$

$$\frac{A_1K}{F} = 2 = \frac{3\cdot 4}{2\cdot 3}$$

$A_1K = 2F$.

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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