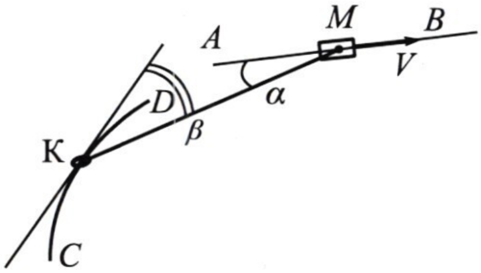
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

Вариант 11-01

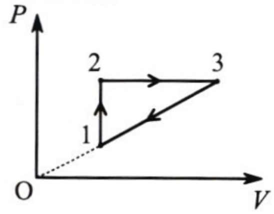
Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без влс

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.



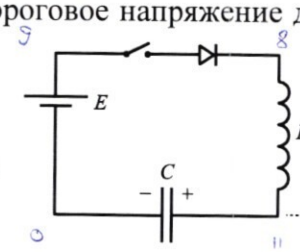
1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.
2) Найти в изобарном процессе отношение количества теплоты, полученной газом, к работе газа.
3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.

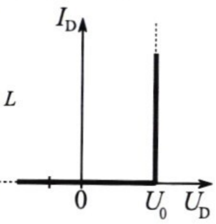
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S, расстояние между обкладками d $\left(d << \sqrt{S}\right)$. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0{,}25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная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

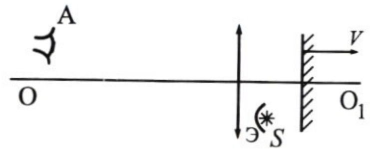
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0{,}1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 =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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Пусть p_0, V_0, T_0 – давление, объём и тем-ра газа в точке 1. Пусть k – отношение объёма в точке 3 к объёму в точке 1. Из условия: (из ур-ния Менделеева Клапейрона $pV=\nu RT$)

	давление	объём	температура
Сос-ние 1	p_0	V_0	T_0
Сос-ние 2	kp_0	V_0	kT_0
Сос-ние 3	kp_0	kV_0	k^2T_0

I начало термодинам. для процесса 1-2:

$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{г12} = \frac{3}{2}\nu R(kT_0 - T_0) + 0 = \boxed{\frac{3}{2}(k-1)\nu RT_0}$

где ν – кол-во молей газа

для 2-3:

$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{г23} = \frac{3}{2}\nu R(k^2T_0 - kT_0) + kp_0(kV_0 - V_0)$

(т.к. $p=const$ в процессе 2-3). По з-ну Менд-Клап.: $p_0V_0 = \nu RT_0$

$Q_{23} = \frac{1}{2}k(k-1)\nu RT_0(3+2) = \boxed{\frac{5}{2}k(k-1)\nu RT_0}$

$Q_{31} < 0$, т.к. на 3-1 энергия газа уменьшается, и работа отрицательна.

Изменения тем-ры: на 1-2 и 2-3:

$\Delta T_{12} = (k-1)T_0, \quad \Delta T_{23} = k(k-1)T_0$

$\Rightarrow$ Теплоемкости: на 1-2 и 2-3: (молярные)

$C_{12} = \frac{Q_{12}}{\nu \Delta T_{12}} = \frac{3}{2}R, \quad C_{23} = \frac{Q_{23}}{\nu \Delta T_{23}} = \frac{5}{2}R \Rightarrow \boxed{C_{23}/C_{12} = 5/3} \approx 1{,}67$

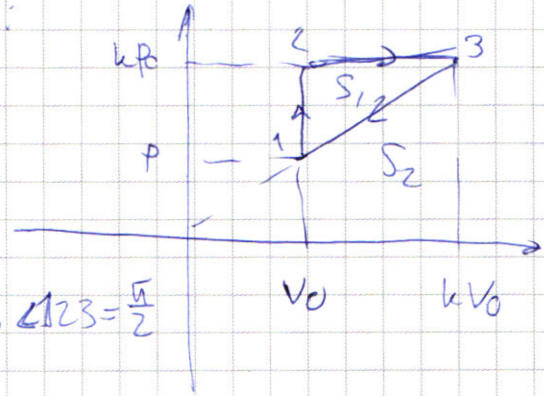
$A_{г23} = kp_0(kV_0 - V_0) = k(k-1)p_0V_0$ (посчитано выше)

$Q_{23} = \frac{5}{2}k(k-1)\nu RT_0.$

$\boxed{\frac{Q_{23}}{A_{г23}} = \frac{5}{2}}$ (из з-на Менделеева-Клапейрона)

3) $\exists S_1$ - пл-дь треугольника 123, S_2 - пл-дь трапеции ограниченной прямыми 1-3, $P=0$; $V=V_0$, $V=kV_0$:

=> работа газа за цикл:



$A_г = A_{г12} + A_{г23} + A_{г31} =$

$= 0 + (S_1 + S_2) + (-S_2) = S_1$

$\Rightarrow A_г = \frac{kp_0 - p_0}{2} \cdot (kV_0 - V_0)$, т.к. $\angle 123 = \frac{\pi}{2}$

$= (k-1)^2 \frac{p_0V_0}{2}$

Подведенное тепло:

$Q_+ = Q_{12} + Q_{23}$, т.к. $Q_{31} < 0$, а на уч-ах 1-2 и 2-3 энергия газа увеличивается, его работа неотрицательна.

$Q_+ = \frac{k-1}{2}\nu RT_0(3+5k) = \frac{k-1}{2} \cdot (5k+3)p_0V_0$

Значит, КПД:

$\eta = \frac{A_г}{Q_+} = \frac{\frac{1}{2}p_0V_0 \cdot (k-1)^2}{\frac{1}{2}p_0V_0(k-1)(5k+3)} = \frac{k-1}{5k+3}$

Предельно возможное максимальное η это, ~~как~~ точная верхняя грань η. Т.е.:

$\eta_{пр} = \sup_{k \in \mathbb{R}} \eta = \sup_{k \in \mathbb{R}} \frac{k-1}{5k+3} = 1/5$, т.к. $\forall k$ $\frac{k-1}{5k+3} < 1/5$

$\Leftrightarrow -5 < 3$, однако $\lim_{k \to \infty} \frac{k-1}{5k+3} = \lim_{k \to \infty} \frac{1 - \frac{1}{k}}{5 + \frac{3}{k}} = 1/5.$

$\Rightarrow \forall \varepsilon > 0\ \exists k: \left|\frac{k-1}{5k+3} - \frac{1}{5}\right| < \varepsilon \Rightarrow \boxed{\eta_{пр} = 1/5}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: 1,67 ; 2,5 ; 0,2

№3.

I σ - поверхностная плотность заряда обкладок. Поле внутри конденсатора:

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$, и направлено от положительной обкладки к отрицательной.

По II з-ну Ньютона для ~~заряда~~ частицы:

$F = ma \Leftrightarrow \frac{\sigma q}{\varepsilon_0} = ma \Leftrightarrow \boxed{a = \frac{\sigma \gamma}{\varepsilon_0}}$

Из з-ов равноускор. движения:

$$\begin{cases} (d - 0{,}25d) = \frac{aT^2}{2} \Leftrightarrow a = \frac{3d}{2T^2} \\ v_1 = aT = \frac{3d}{2T} \Leftrightarrow \boxed{v_1 = \frac{3d}{2T}} \end{cases}$$

$\frac{\sigma \gamma}{\varepsilon_0} = a = \frac{3d}{2T^2} \Leftrightarrow \sigma = \frac{3d\varepsilon_0}{2\gamma T^2} \Leftrightarrow Q = S\sigma = \frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2}$

$\boxed{Q = \frac{3dS\varepsilon_0}{2\gamma T^2}}$ - заряд одной пластины

Энергия заряда складывается из потенциальной и кинетической. Заметим, что потенциальная энергия посередине между пластинами нулевая (если считать нуль пот. энергии точку на большом (бесконечном) удалении от обкладок). Действительно,

~~...~~ рас-им малую область на левой пластине. Она создаёт потенциал $\frac{k\,dq}{r}$, где dq — её заряд, r на рисунке.
Но симм. отн. точки O область создаёт в O потенциал $-\frac{k\,dq}{r}$. Они сокращаются, получается 0.

Найдём кинет. энергию в этот момент:

$E_k = \frac{mV_3^2}{2}$, где V_3 — ск-ть заряда в этот момент.

$$\left.\begin{aligned} V_3 &= at \\ \frac{at^2}{2} &= \frac{1}{2}d - 0{,}25d = \frac{d}{4} \end{aligned}\right\}$$ где t — время движения до середины.

$$t = \sqrt{\frac{d}{2a}} \Rightarrow V_3 = \sqrt{\frac{d \cdot a}{2}}$$

$$\Rightarrow E_0 = E_п + E_k = \frac{m\,d \cdot a}{4}$$

На бесконечности $E_п = 0 \Rightarrow \frac{mV_2^2}{2} = E_0 = \frac{m\,a \cdot d}{4}$

$$\Leftrightarrow V_2 = \sqrt{\frac{a \cdot d}{2}} = \sqrt{\frac{3d}{2T^2} \cdot \frac{d}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{d}{T}.$$

Ответ: $V_1 = \frac{3d}{2T}$; $Q = \frac{3dS\varepsilon_0}{2\pi T^2}$ — заряд 1 обкладки;

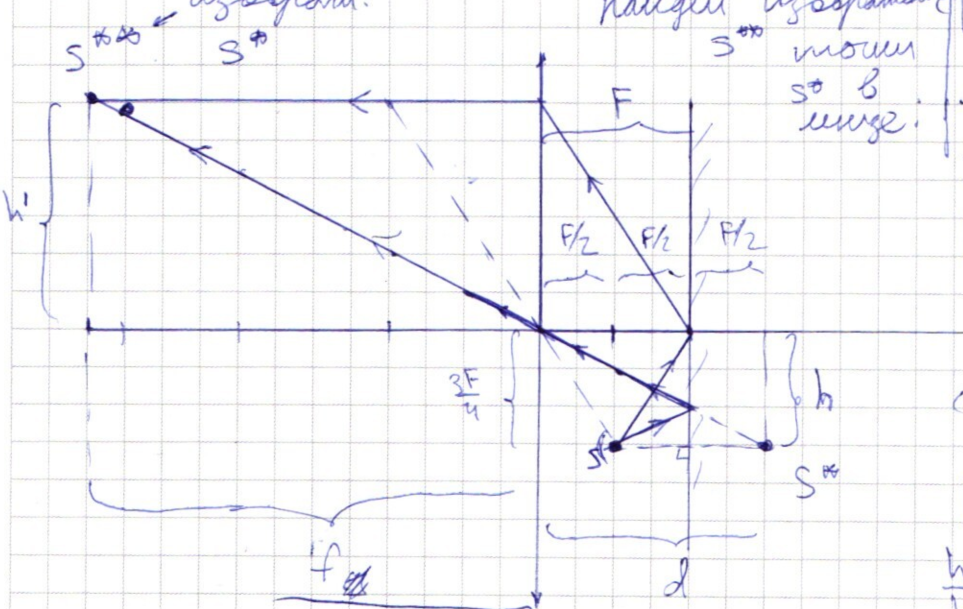
$V_2 = \frac{\sqrt{3}\,d}{2T}$ ~~$Q = \frac{3dS\varepsilon_0}{2\pi T^2}$~~ — за

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

Си-ма эквивалентна (по з-ну отражения) тому, что ∃ источник S^* симм. отн-но зеркала (источнику) S, а источника S нет.

Найдем изображение точки S^* в линзе.



По ф-ле тонкой линзы:
$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$
(f, d отмечены на рисунке)

$\Leftrightarrow \boxed{f=\frac{dF}{d-F}}$

$h=\frac{3F}{4}$

$\frac{h'}{h}=\frac{f}{d}=\frac{F}{d-F}$ – из подобия

$\Rightarrow \boxed{h'=h\cdot\frac{F}{d-F}}$

d – расс-ие от S^* до линзы,
f – расс-ие от S^{**} до линзы,
h' – расс-ие от S^{**} до OO,

В этот момент:

$\boxed{f=\frac{\frac{3}{2}F^2}{\frac{3F}{2}-F}=3F}$ – ~~~~ положение изображения в си-ме.

~~~~, дифференцируем вышеописанного d.

$\frac{df}{dt}=\frac{df}{d(d)}\cdot\frac{d(d)}{dt}=\frac{F(d-F)-dF}{(d-F)^2}\cdot 2V$, т.к S^* симм. S отн-но зеркала, которое движ. ~~~~ со скоростью V.

$\frac{df}{dt}=-\frac{F^2}{(d-F)^2}\cdot 2V$, $\frac{dh'}{dt}=\frac{dh'}{d(d)}\cdot\frac{d(d)}{dt}=-\frac{hF}{(d-F)^2}\cdot 2V$
~~~~

В этот момент:

$$\frac{df}{dt} = -2V \cdot \frac{F^2}{\left(\frac{3F}{2}-F\right)^2} = -8V$$

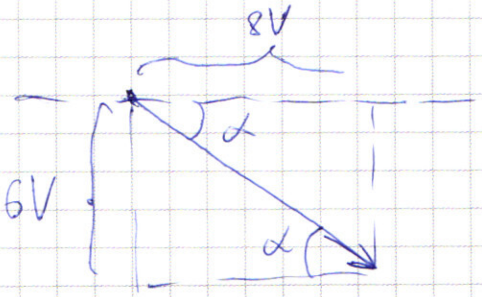
$$\frac{dh'}{dt} = -2V \cdot \frac{3/4\,F^2}{\left(\frac{3F}{2}-F\right)^2} = -6V$$

Заметим, что ск-ть по горизонтали $S^{ким}$ это $\frac{db}{dt}$, а по вер-ли $\frac{dh'}{dt}$.

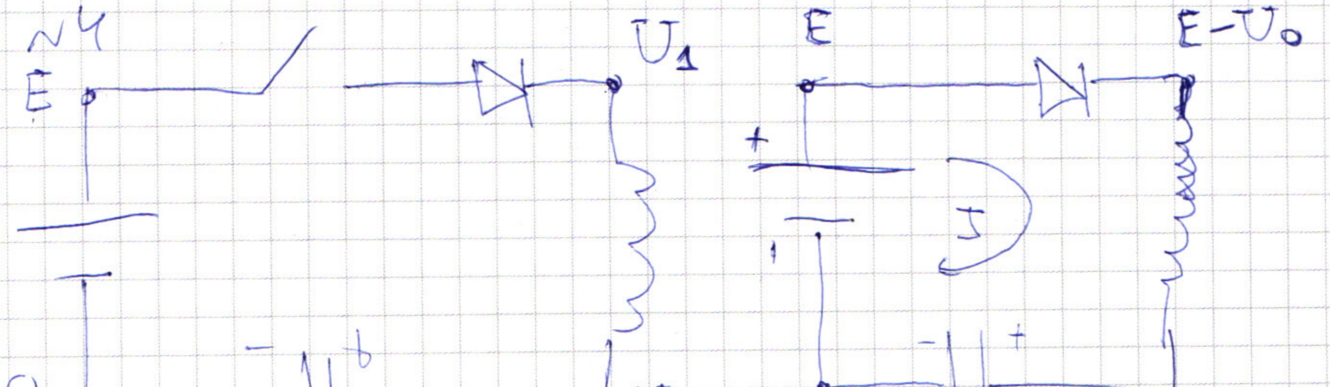
$\Rightarrow$ ск-ть изображения:

$$v = \sqrt{\left(\frac{df}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dh}{dt}\right)^2} = 10V \qquad tg\,\alpha = \frac{3}{4}.$$

Ответ: $3F$; $tg\,\alpha = \frac{3}{4}$; $10V$



№4



Так-ии потенциалы до и сразу после замыкания ключа. Напряжение на катушке: q – заряд конденсатора

$$L \cdot \frac{dI}{dt} = E - (U_0 + U_1) \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{E-(U_0+U_1)}{2} = 30\,\frac{A}{c}$$

J по цепи течёт ток I. По 2з-ну Кирхгофа: $U_0 + L \cdot \frac{dI}{dt} + \frac{q}{C} = E$, но $I = \frac{dq}{dt} \Rightarrow$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

① $\dot{q} = \frac{-A}{\sqrt{LC}} \sin\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t\right)$

② $\ddot{q} = \frac{-A}{(\sqrt{LC})^2} \cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$

⓪ $q = A \cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right) + C(\mathcal{E} - U_0)$

Максимальный ток: $I_{max} = \dot{q}_{max} = \frac{-A}{\sqrt{LC}}$

$I_{max} = \frac{C(\mathcal{E} - U_1 - U_0)}{\sqrt{LC}} = \frac{40\,мкФ \cdot 3В}{2 \cdot 10^{-3}\,Ф} = \frac{12 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 10^{-3}} А = 6 \cdot 10^{-2} А =$

$= 60\,мА$

Что происходит? При $t=0$ $\dot{q}=0$, при малых $t>0$ $\dot{q}>0$, т.е. ток возрастает, ~~~~ $\ddot{q}$ падает (из ① и ②). В какой-то момент

$\ddot{q}$ падает настолько, что становится <0 (при $t = \frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$). Тогда $\dot{q}$ начинает убывать. В какой-то момент $\dot{q}$ становится <0 (при $t = \pi\sqrt{LC}$). Дальше ур-ия перестают работать, т.к. $\dot{q}<0$ не позволяет диод по своей ВАХ. Утверждается, что $\dot{q}=0$ — устойчивое равновесие. Действительно, если $\dot{q}$ станет положительным, ур-ия снова запишутся также, приводя к формулам ① и ② (в ⓪ вместо $C(\mathcal{E}-U_0)$

$L\ddot{q} + \frac{1}{C} q + (U_0 - E) = 0$ где $\dot{f} = \frac{df}{dt}$ — произв. по времени f

~~Это работает, если диод открыт, то есть~~

~~Это работает пока диод открыт, т.е. пока $E - U_0 \geq \frac{q}{C}$. При таких~~

~~q При $\frac{q}{C} \leq E - U_0$:~~

~~$L\ddot{q} = E - U_0 - \frac{q}{C} \geq 0$, т.е. ток возрастает.~~

~~Как только заряд заряд конденсатора~~

~~достигнет напряжения $E - U_0$, диод закроется и~~

~~ток перестанет тока. перестанет~~

~~станет уменьшаться~~

$\Leftrightarrow \ddot{q} + \frac{1}{LC} q + \left(\frac{U_0 - E}{L}\right) = 0$ (A)

Пусть $S = q + C(U_0 - E) \Rightarrow \ddot{S} = \ddot{q}$ $\left(\dot{f} = \frac{df}{dt}\right)$

$\Leftrightarrow \ddot{S} + \frac{1}{LC} S = 0$ (из (A))

Из школьного курса гармонических колебаний: $S = A\cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \varphi_0\right)$ для некоторых A и φ_0.

$q = A\cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t + \varphi_0\right) - C(U_0 - E)$.

$\dot{q}(0) = 0$:

$\dot{q} = \frac{-A}{\sqrt{LC}} \sin(0 + \varphi_0) \Rightarrow \boxed{\varphi_0 = 0}$ $\boxed{A = -120 \text{ мкФ}}$

$\Rightarrow q = A\cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}} t\right) - C(U_0 - E)$

Напряж. на конденсаторе:

$U_{кон} = \frac{q}{C} = -(U_0 - E) + \frac{A}{C}\cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$.

$U_{кон}(0) = U_1 \Rightarrow U_1 = U_0 - E + \frac{A}{C} \Rightarrow A = C(U_1 - E + U_0)$ $= -120$ мкФ

~~= [illegible]~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

может стоять что-то другое) приводя снова к ситуации $\dot{q}=0$. Т.о. установившемуся режиму отвечает заряд конденсатора при $t=\pi\sqrt{LC}$ (или $\dot{q}=0$)

$$U_2=\frac{q_{уст}}{C}=\frac{1}{C}A\cos\left(\frac{\pi\sqrt{LC}}{\sqrt{LC}}\right)+(E-U_0)=-\frac{A}{C}+(E-U_0)$$

$$=-(U_1+U_0-E)+(E-U_0)=2E-2U_0-U_1=11\text{ В}$$

~~Ответ~~

$$\ddot{q}(0)=\frac{-A}{\sqrt{LC}}=\frac{120\text{ мкФ}}{4\cdot10^{-3}\text{ф}}=\cancel{60\cdot10^{3}}\ 30\ \text{А/с}$$

Ответ: $30\ \text{А/с}$; 60 мА; 11 В

$$T = \frac{0{,}1\cdot 25}{1{,}9\cdot 16}\left(\frac{3}{5}\cdot 77^2 - 75^2\cdot\frac{3}{5}\right)\text{ Н} =$$

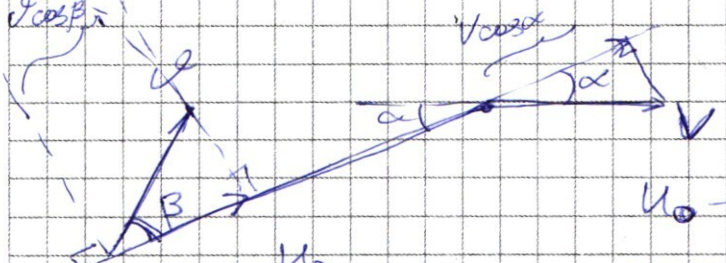
$$= \frac{\overset{5}{\cancel{25}}}{16\cdot\cancel{19}}\cdot\frac{3}{\cancel{5}}\cdot 2\cdot\overset{8}{\cancel{152}}\text{ Н} = \frac{240}{16}\text{ Н} = 15\text{ Н}.$$

Ответ: 75 м/с ; 77 м/с ; 15 Н.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.

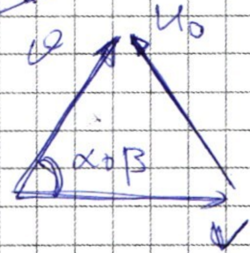
Из нерастяжимости нити если ϑ – ск-ть кольца:



$$V\cos\alpha = \vartheta\cos\beta$$

$$\Leftrightarrow \vartheta = V\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}$$

u_0 – отн. скорость кольца отн-но муфты



$$u_0 = \sqrt{\vartheta^2 + V^2 - 2\vartheta V\cos(\alpha+\beta)} =$$

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

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

ответ в общем виде

$$\vartheta = V\cdot\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = 68\,м/с\cdot\frac{15}{17}\cdot\frac{5}{4} = 75\,м/с$$

$$\cos(\alpha+\beta) = \frac{15}{17}\cdot\frac{4}{5} - \frac{8}{17}\cdot\frac{3}{5} = \frac{36}{85} \quad (\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha})$$

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

$$\Rightarrow u_0 = \sqrt{75^2 + 68^2 - 2\cdot 75\cdot 68\cdot\frac{36}{85}}\,м/с =$$

$$= \sqrt{(75-68)^2 + 2\cdot 75\cdot 68\left(1 - \frac{36}{85}\right)}\,м/с =$$

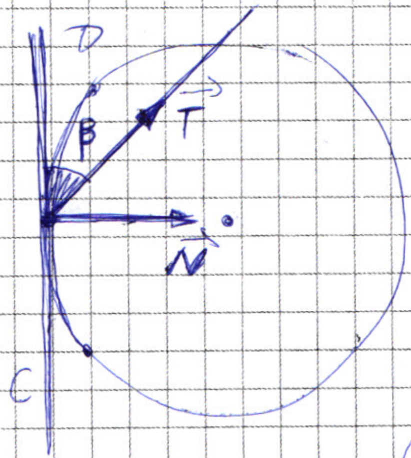
$$= \sqrt{49 + \frac{2\cdot 75\cdot 68\cdot 49}{85}}\,м/с =$$

$$= 7\sqrt{\frac{85 + 150\cdot 68}{85}}\,м/с = 7\sqrt{\frac{10285}{85}} = \boxed{77\,м/с}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Итак, $\vartheta = 35$ м/с, $u_0 = 37$ м/с

~~Зада~~ Так-им движение кольца по проволоке:



В силу отс-ия трения $\vec{N}$ - сила реакции со стороны проволоки направлена к центру:

$\exists\ \alpha_1$ - угол между $\vec{N}$ и плоскостью чертежа.

$\exists\ \vec{T}$ - сила натяжения нити

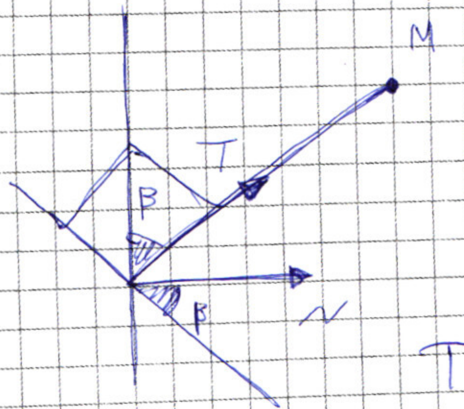
По II з-ну Ньютона в проекции на радиальную ось, учитывая движение по окр-ти:

① $m\frac{\vartheta^2}{R} = N\cos\alpha_1 + T\sin\beta$.

В проекции на ось, перпендикулярную пл-ти рисунка:

② $N\sin\alpha_1 - mg = 0$

Так-им систему отсчета связанную с Муфтой. В ней кольцо двигается по окр-ти радиуса $\frac{5R}{3}$ со ск-ью u_0:



По II з-ну Ньютона в проекциях на радиальные и вертикальные оси:

$$T + N\cos\alpha_1 \sin\beta = m\frac{u_0^2}{e}$$

$$T + \sin\beta\left(\frac{m\vartheta^2}{R} - T\sin\beta\right) = \frac{3mu_0^2}{5R}$$

$$T\cos^2\beta = \frac{m}{R}\left(\frac{3}{5}u_0^2 - \sin\beta\,\vartheta^2\right)$$

$$T = \frac{m}{R\cos^2\beta}\left(\frac{3}{5}u_0^2 - \vartheta^2\sin\beta\right)$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{e^{ix}+e^{-ix}}{2} = \sum \frac{(ix)^n}{n!}$

sinx 0

cosx 1

-sinx 0

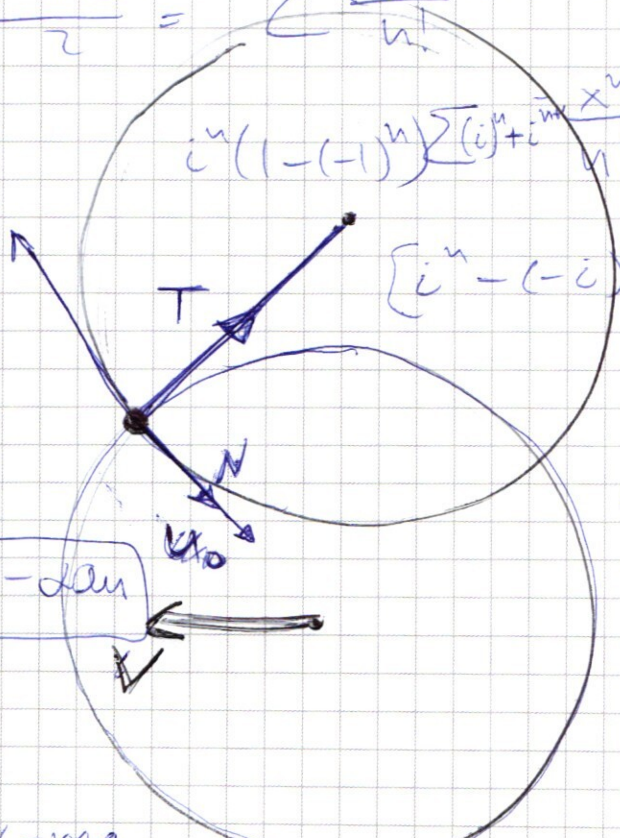
-cosx -1

sinx

$a_0 \sum$

$i^n(1-(-1)^n)\sum (i)^n + i^{-n} \frac{x^n}{n!}$

$[i^n - (-i)^n] \cdot \frac{x^n}{n!}$



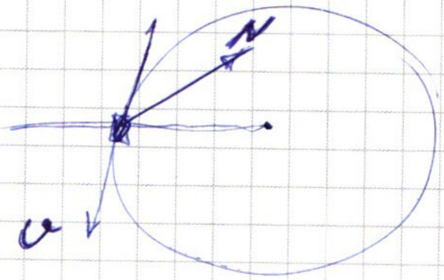
$\alpha S \sum a_n \frac{x^n}{n!}$

$\ddot{S} = \sum a_n \frac{x^{n-2}}{(n-2)!} = \sum a_{n+2} \frac{x^n}{n!}$

$\boxed{a_{n+2} = -\alpha a_n}$

$N \sin\alpha = mg$

$N\cos\alpha = \frac{m v^2}{R}$



$\sum_{n:2} a_n \frac{x^n}{n!} + \sum_{n/2} a_n \frac{x^n}{n!}$

$= a_0 \sum_n \frac{(-\alpha x)^n}{n!} + a_1 \sum_n \frac{(-\alpha x)^n}{n!}$

$\ddot{S} + \alpha S = 0$

$S = \sum a_n \frac{x^n}{n!}$

$= a_0 e^{-\alpha x} + a_1 e^{-\alpha x}$

$= e^{-\sqrt{\alpha} x}(a_0 + a_1)$

$a_{n+2} = (-\alpha) a_n$

$Ae^{i\sqrt{\alpha}x} = A(\cos(\sqrt{\alpha}x) + i\sin(\sqrt{\alpha}x))$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$$a_0 \sum_{i=1}^{\infty} \cancel{(\sqrt{-\alpha})^{2i}}\, x^{2i}$$

$$\sum_{i=1}^{\infty} \cancel{(\sqrt{-\alpha}\, x)^{2i}}$$

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{(-\alpha)^i x^{2i}}{(2i)!} = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(-\alpha x^2)^i}{n!} =$$

$$= e^{-\alpha x^2} \qquad i\,\frac{(\sqrt{\alpha}\, x)^{2i}}{i!}$$

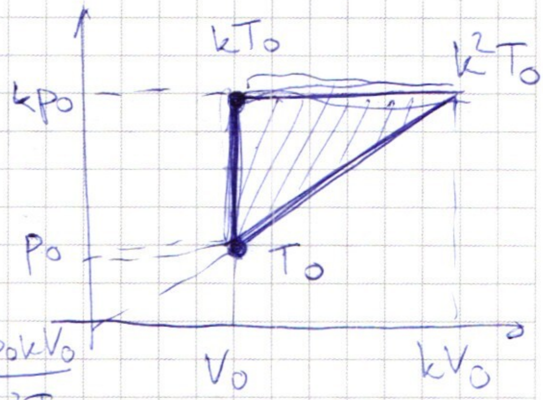
$$\frac{(-1)^k x^{2k}}{(2k)!}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q = \Delta U + A_2$



$Q = \frac{3}{2}(k-1)p_0V_0 + \frac{3}{2}(k-1)\nu RT_0$

$\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{kp_0V_0}{(kT_0)}$

$\frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{kp_0kV_0}{k^2T_0}$

$\Delta T = (k-1)T_0$ $\quad kT_0$

$\uparrow\frac{pV}{T}\uparrow \quad \frac{pV}{T}\uparrow\uparrow \quad \frac{(pV)}{T}\downarrow\downarrow$

$\boxed{\frac{3}{2}R}$

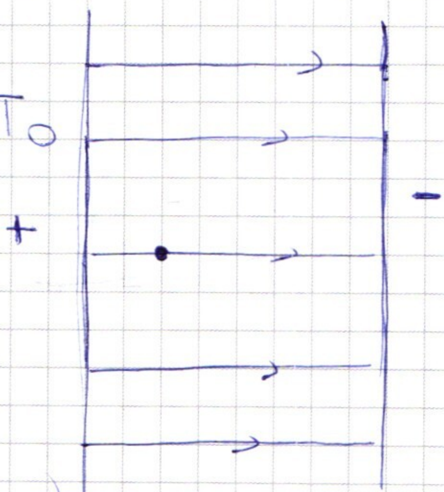
$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}(k^2-1)\nu RT_0$

$A_2 = kp_0(k-1)V_0 = k(k-1)\nu RT_0$

$Q = \nu RT_0\left(\frac{5}{2}k^2 - k - \frac{3}{2}\right)$

$Q = \frac{1}{2}\nu RT_0(k-1)(5k+3)$

$\Delta T = (k^2-1)T_0$



$Q = \boxed{\frac{3}{2}\nu R(k-1)T_0}$

$\Delta T_1 = (k-1)T_0$

$Q = \frac{3}{2}\nu R(k^2-k)T_0 + k(k-1)p_0V_0$

$= k(k-1)\nu RT_0\left(\frac{5}{2}\right)$

$\Delta T_2 = k(k-1)T_0$

$C_1 = \frac{3}{2}\nu R$ $\quad C_2 = \frac{5}{2}\nu R$

$5/3 \quad 5/2$

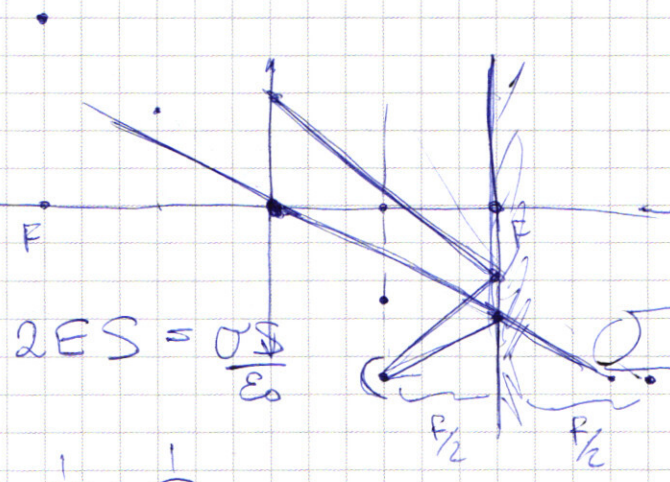
$\frac{\cancel{(k-1)}p_0(k-1)\cancel{V_0}\cancel{\frac{1}{2}}}{\frac{\cancel{(k-1)}}{\cancel{2}}\cancel{\nu RT_0}(5k+3)} = \frac{k-1}{5k+3} \leq \frac{1}{5}$

$\frac{5k+3-5(k-1)}{(5k+3)^2} = \frac{4}{(5k+3)^2} > 0$

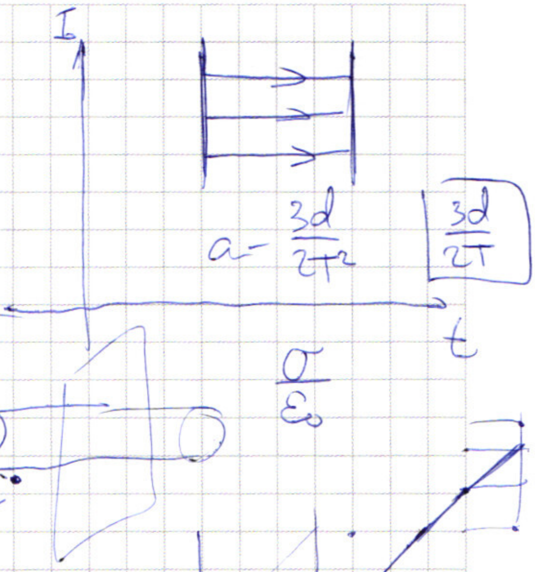
☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$\boxed{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$



$2ES = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0}$

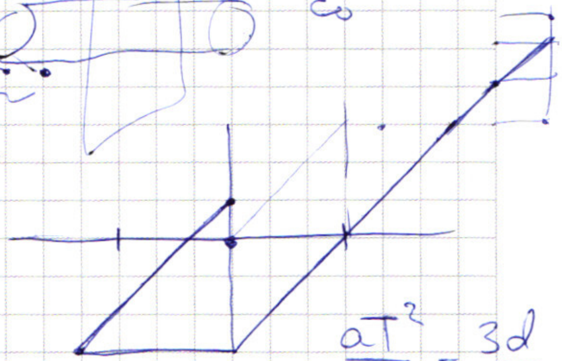


$a = \frac{3d}{2T^2}$ $\boxed{\frac{3d}{2T}}$

$\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

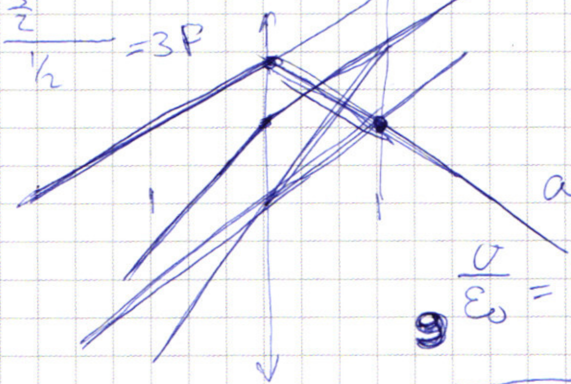
3

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



$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{3/2}{1/2} = 3F$

$\frac{aT^2}{2} = \frac{3d}{4}$

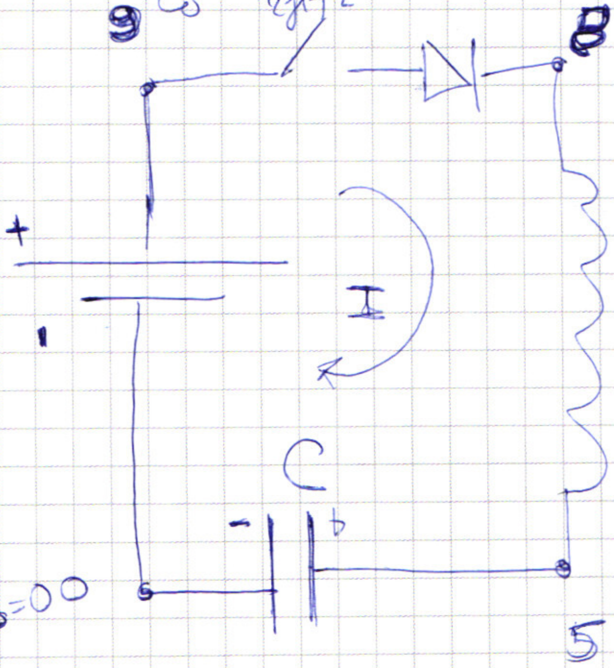


$a = \frac{\sigma q}{m\varepsilon_0}$

$\frac{\sigma q}{l\varepsilon_0} = \frac{3d}{4T^2}$

3d

$\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{3d}{2qT^2}$



$L\dot{I} - U_1 + \mathcal{E} = 0$

$\dot{I} = \frac{U_1 - \mathcal{E}}{L}$

$L\dot{I} = 3$

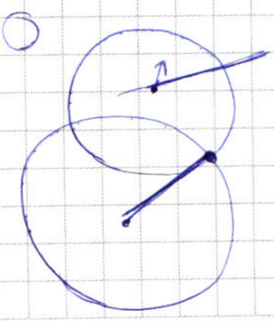
$\boxed{30}$

$L\dot{I} + U_1 - \mathcal{E} + U_0 = 0$

$\dot{I} =$

$L\dot{I} - U_1 + \mathcal{E} - U_0 = 0$

$\boxed{30}$

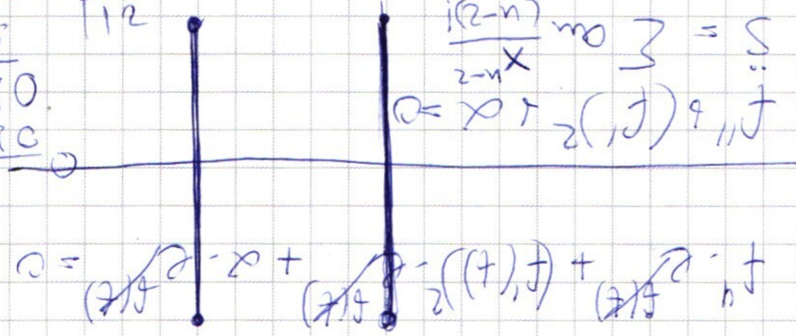


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

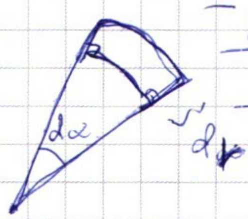
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$10200 \div 85 = 12$, -85, 170, -170, 0



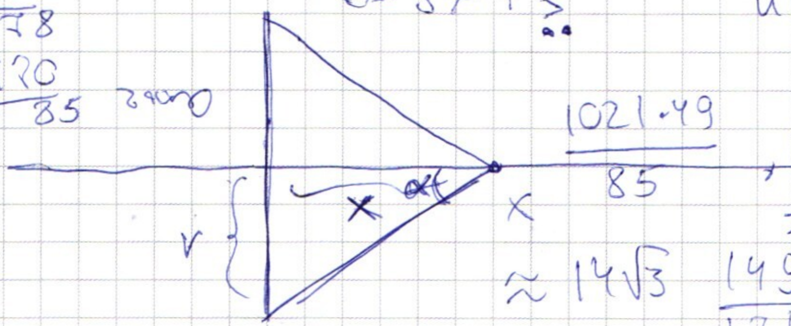
$102.1 \div 85 = 1.2$, -85, 171, -170, 1



$10285 \div 85 = 121$, -85, 178, -170, 85

$\pi(r+dr)^2 - \pi r^2 = 2\pi r\, dr$

$1021 \div 9$



$\frac{1021 \cdot 49}{85}$ $\quad 1.81$, 171, 171

$\sqrt{3}$ $\quad \sqrt{30} =$ $\quad \approx 14\sqrt{3}$

$\frac{1499 \cdot m v^2}{171 \cdot R} = T \sin\beta$

241 $\quad \sqrt{300} =$ $\quad 68 \times 15 = 340 + 68 = 1020$

$\frac{k\, dq \cos\alpha}{x} = \frac{k}{x} \cdot dq \cdot \cos\alpha$

$\frac{kq}{\sqrt{x^2+r^2}} = \frac{k\,dq}{\sqrt{x^2+r^2}} = \frac{k\sigma \cdot dS}{\sqrt{x^2+r^2}} = \frac{k\sigma \pi\, d(r^2)}{\sqrt{x^2+r^2}}$

$2\pi\sigma k \int_0^{S/\pi} \frac{dt}{\sqrt{t^2+x^2}} = \frac{k\sigma 2\pi \cdot \cancel{x} \operatorname{tg}\alpha \cdot d(x\operatorname{tg}\alpha)\cos\alpha}{\cancel{x}}$

$75^2 + 68^2 - 2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot \frac{36}{85}$

$\frac{49}{85}(1+150 \cdot 68\, \sigma 2\pi k \sin\alpha \cdot x \cdot \frac{1}{\cos^2\alpha} d\alpha$

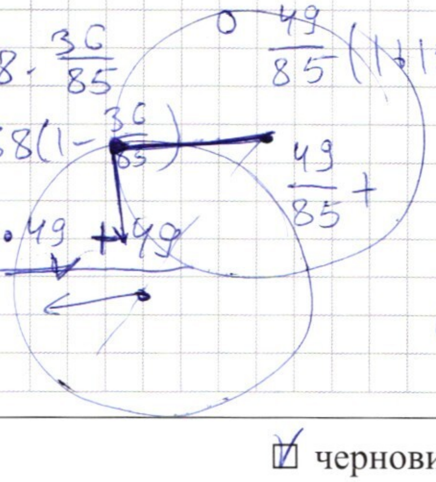
$7^2 + 2 \cdot 75 \cdot 68(1 - \frac{36}{85})$

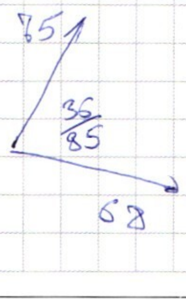
$2\pi k\sigma x$

$\frac{49}{85} +$

$\frac{2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot 49}{85} + 49$

$\boxed{75}$

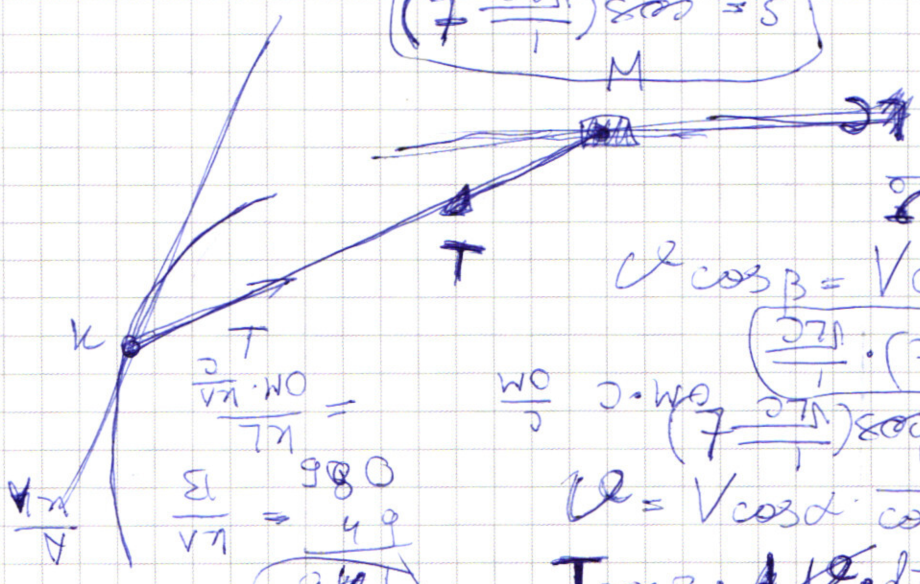




60 $\quad 24$, 36

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



$v\cos\beta = V\cos\alpha$

$v = V\cos\alpha \cdot \frac{1}{\cos\beta}$

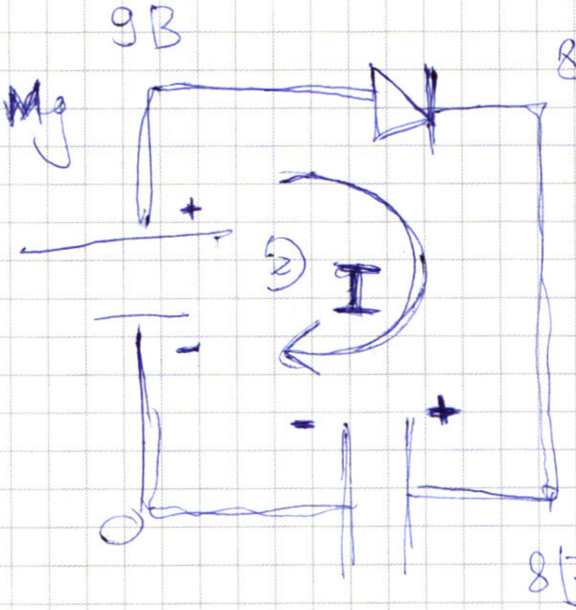
$T\cos\beta \cdot \cancel{d} \cancel{v} \cdot dt = m \cancel{v} \cdot dv$

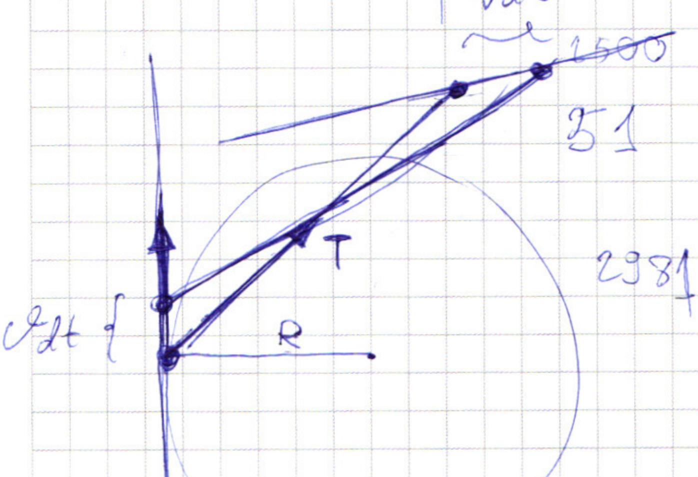
$T\cos\beta = ma$

980 : 49 = 20

931 | 19
−76 | 49
171
−171
0

↓ Mg





2981 | 19

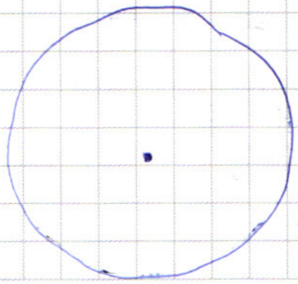
459

60

75

68

32



☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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