

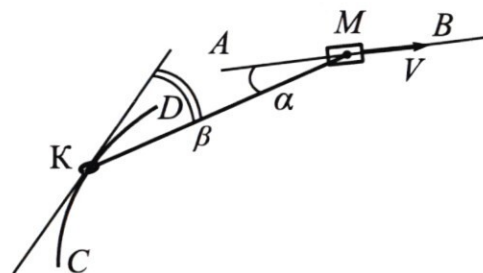
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 11-01

Класс 11

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

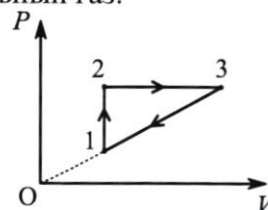
1. Муфту М двигают со скоростью $V = 68$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,1$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 1,9$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/3$. Система находится в одной горизонтальной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



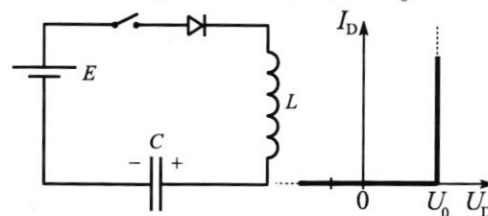
3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью S , расстояние между обкладками d ($d \ll \sqrt{S}$). Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,25d$ от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица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

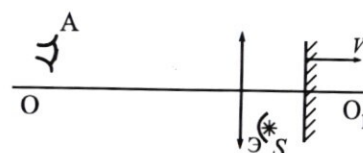
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 9$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 5$ В, индуктивность идеальной катушки $L = 0,1$ Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода $U_0 = 1$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

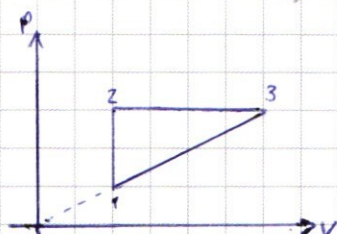


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник 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.

Вопрос 1:

участок 12: $\begin{cases} V = \text{const} \\ P \uparrow \\ \text{изотермический процесс} \\ PV = \text{const} \end{cases} \Rightarrow T \uparrow$

участок 23: $\begin{cases} P = \text{const} \\ V \uparrow \\ \text{изотермический процесс} \\ PV = \text{const} \end{cases} \Rightarrow T \uparrow$

Обозначения: C_{12} - м-те участка 12

C_{23} - м-те участка 23; P_1, P_2, P_3 -

давления газов в сост. 1, 2, 3;

V_1, V_2, V_3 - давления газов в сост. 1, 2, 3

ΔT_{12} - изм. темп на 12; ΔT_{23} - изм. темп на 23.

То определить теплоемкости:

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

и закона термодинамики

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$$

$$A_{23} = P_3 V_3 - P_2 V_2, \text{ т.к. } P = \text{const}$$

$$\Delta U_{23} = \frac{i}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2)$$

↓

$$C_{23} \Delta T_{23} = \frac{i+2}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2)$$

Уравнение изотермического процесса:

$$\begin{cases} P_3 V_3 = \text{const} \\ P_2 V_2 = \text{const} \end{cases} \Rightarrow P_3 V_3 - P_2 V_2 = \text{const} \Delta T_{23}$$

$$C_{23} \Delta T_{23} = \frac{i+2}{2} \text{const} \Delta T_{23}$$

$$C_{23} = \frac{i+2}{2} R$$

Поэтому отношение теплоемкостей $\frac{C_{23}}{C_{12}} = \frac{\frac{i+2}{2} R}{\frac{i}{2} R} = \frac{i+2}{i} = \frac{5}{3}$

Поскольку газ одноатомный $i = 3$

Вопрос 2:

и закона термодинамики:

$$Q_{23} = \frac{i+2}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2)$$

$$A_{23} = (P_3 V_3 - P_2 V_2)$$

↓

$$\frac{Q_{23}}{A_{23}} = \frac{i+2}{2} = \frac{5}{2} = 2,5$$

$$\begin{cases} Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23} \\ A_{23} = P_3 V_3 - P_2 V_2, \text{ т.к. } P = \text{const} \\ \Delta U_{23} = \frac{i}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) \end{cases}$$

~~изотермический процесс~~

[illegible]

~~Q1~~ ~~A13 + B13~~

$$Z = \frac{A}{Q_+}$$

$$\text{Marga } \eta = \frac{\frac{\Delta P \Delta V}{2}}{4P\Delta V + \sum \Delta p \Delta V}$$

$$n \rightarrow \max, \text{ e cu } p \Delta V \rightarrow 0$$

21

$$I_{\max} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Ответ: $\sigma_{\text{мр}} = \frac{5}{3}$; измеренная $m - \bar{u}$.

Отношение к работе

$$= 2.5$$
~~Макс~~ макс КФД = 20%

Тогда $P_1 = P$

$$P_2 = P + \Delta P$$

$$p_2 = p + \Delta p$$

$$A = \frac{\Delta P \Delta V}{2}$$

$$Q_+ = \Delta U_{123} + A_{123}$$

$$\Delta U_{123} = \frac{7}{2} ((P + \Delta P)(V + \Delta V) - PV)$$

$$A_{123} = (P + \Delta P) \Delta V$$

Поскольку 1, 3 - для 1 приемов: $\frac{P_1 + \Delta P}{P} = \frac{\sqrt{1 + \Delta V}}{V}$
 $\Delta P V = P \Delta V$

$$Q_+ = P \Delta V + \Delta P \Delta V + \frac{1}{2} (\cancel{P \Delta V} + P \Delta V + \cancel{P \Delta V} + \Delta P \Delta V - \cancel{P \Delta V})$$

$$Q_+ = P \Delta V + \Delta P \Delta V + \frac{3}{2} \cdot X P \Delta V + \frac{3}{2} \Delta P \Delta V = 4 P \Delta V + \frac{5}{2} \Delta P \Delta V$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3.

Дано:

S - площадь об-к

d - ширина.

T - время выит

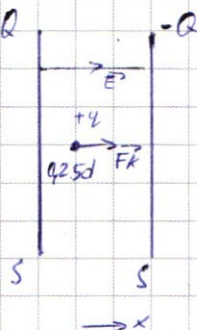
$$\frac{q}{m} = d$$

1) U_1 ?

2) Q ?

3) U_2 ?

Решение:



Вопрос 1: почему поле в конденсаторе однородно, внутри него частица движется с постоянным ускорением a .

$$\text{уравнение движения } (d - 0,25d) = \frac{aT^2}{2}$$

$$U_1 = aT$$

частица преодолевает расстояние $d - 0,25d$, потому что отталкивается от положительной заряженной пластинки и притягивается к отрицательной заряженной.

Второе уравнение движения даёт:

$$2 \cdot 0,75 d = \frac{a}{2} T^2 \Rightarrow U_1 = \frac{2 \cdot 0,75 d}{T^2} \cdot T = \frac{2 \cdot 0,75 \cdot d}{1} \cdot \frac{1}{T} = \frac{3d}{2T}$$

Вопрос 2: поле внутри конденсатора: $E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$

$$2 \text{ Закон Ньютона: } m\vec{a} = \vec{F}_k$$

$$x: m\alpha = F_k$$

$$\Rightarrow m\alpha = q \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

Безразмерная

$$\text{для крышки: } F_k = q \cdot E$$

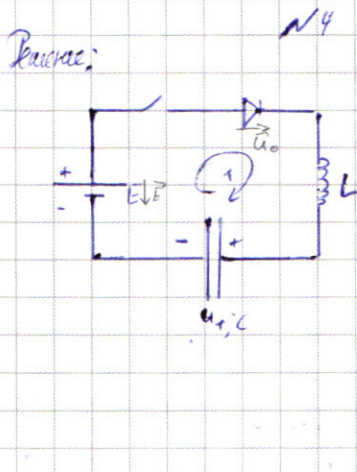
$$Q = \frac{m\epsilon_0 S}{q} \alpha$$

$$\alpha = \frac{3d}{2T^2} \text{ (см. вопрос 1)} \Rightarrow Q = \frac{m\epsilon_0 S}{q} \frac{3d}{2T^2}$$

$$Q = \frac{3d m \epsilon_0 S}{2q T^2} = \frac{3d \epsilon_0 S}{2T^2}$$

$$\text{Ответ: } U_1 = \frac{3d}{2T}; Q = \frac{3d \epsilon_0 S}{2T^2}; U_2 = \frac{3d}{2T}.$$

Дано:
 $E = 9В$
 $C = 40 \cdot 10^{-6} ф$
 $U_1 = 5В$ $U_2 = 1В$
 $L = 0,1 Гн$
 1) ск-ть возр.
 2)



вопрос 1: когда какое зашкрудит ток потек, поскольку $E - U_1 - U_0 > 0$.
 Пусть i - ск-ть возр. тока, напряжение на диоде
 2. Закон Кирхгофа: $E - U_1 - U_0 - U_L = 0$.

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

$$\dot{I} = \frac{E - U_0 - U_1}{L} = \frac{9 - 1 - 5}{0,1} = 30 \frac{А}{с}$$

Вопрос 2:

~~Кирхгофа~~

Пусть q - количество максимального тока протек заряд.

Закон сохранения энергии:

$$A = \Delta W + \frac{LI^2}{2} + U_0 q$$

$$A = E q - \text{работа источника}$$

$$\Delta W = \frac{(Q_1 + Q_2)^2}{2C} - \text{изменение энергии конденсатора.}$$

q_1 - начальный заряд

$$E q = U_0 q + \frac{(q_1 + q)^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}$$

$$(E - U_0) q - \frac{(q_1 + q)^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = 0$$

$$(E - U_0) q - \frac{q^2}{2C} - \frac{q_1^2}{2C} + \frac{2q q_1}{2C} = \frac{LI^2}{2}$$

$$-\frac{q^2}{2C} + q(E - U_0 - \frac{q_1}{C}) = \frac{LI^2}{2}$$

$$-\frac{q^2}{2C} + q(E - U_0 - U_1) = \frac{LI^2}{2}$$

Функция от q - квадратный трехчлен

$$I \rightarrow \max, \text{ или } q = -\frac{(E - U_0 - U_1)}{\frac{1}{C}} = C(E - U_0 - U_1)$$

Тогда $\frac{LI^2}{2} = -\frac{1}{2C} C^2 (E - U_0 - U_1)^2 + C(E - U_0 - U_1)^2$

$$\frac{LI^2}{2} = \frac{C(E - U_0 - U_1)^2}{2}$$

$$I = \sqrt{\frac{C(E - U_0 - U_1)^2}{L}} = \sqrt{\frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 3^2}{0,1}} = 4 \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-5}}{10^{-1}}} = 4 \cdot 2 \cdot 10^{-2} А$$

Ответ: ск-ть возростае = $30 \frac{А}{с}$; макс. ток = $8 \cdot 10^{-2} А$; $U_2 = 1В$.

$$\dot{I} = \frac{E - U_0 - U_1}{L}; I = \sqrt{\frac{C(E - U_0 - U_1)^2}{L}}; U_2 = U_1 + 2(E - U_0 - U_1)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Law.

F-фактор. расм.

$$\frac{3F}{4} \text{ am } OO_1$$

$\frac{E}{2}$ am wasser

V-ск-ть зеркала

Решение:

N5.

Вопрос 1:

Источник создает изображение S'
на расстоянии $\frac{F}{2}$ от плоскости зеркала,
т.е. от центра зеркала E ; от центра F ;
на расстоянии $\frac{3F}{4}$ от CO . В результате
получается изображение от зеркала.

Изобратение $5''$ на растаянии
х от мизу и на растаянии
у от CO_2 получить в результате
преходений джей от $5'$ через
мизу.

формула лизы:

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{F+E} = \frac{1}{F}$$

расстояние от 5' до 10 м

$X = 3F$ - расстояние от S'' до линзы

Изображение будет фигура, подобная E , проецируемая $F \Rightarrow \frac{3D}{4P} = \frac{3}{4}$

В3 Если a - р-е от S^I до центра; b - р-е от S^{II} до центра, то: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$

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

$$\frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} \quad \frac{1}{b} = \frac{a-F}{aF}$$

$$b = \frac{GF}{1-F}$$

$$b = F \left(\frac{a-F}{a-F} + \frac{F}{a-F} \right) = F + \frac{F^2}{a-F}$$

$$db = F^2 (a-F)^{-2} (-1) da$$

$$\frac{db}{dt} = T^2 \frac{da}{dt}$$

$$v = 1^{-2} u$$

$$r = \frac{x}{\frac{2F}{2}} = \frac{2F}{\frac{3F}{2}} = 2$$

$$\tan \alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} \Rightarrow v_x = \frac{3}{4} v_y \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{9}{16} + 1} \cdot 4 = \frac{5}{4} \cdot 4 = 5 = \underline{10 \text{ m/s}}$$

$$Z_{\text{в}} = \alpha(\text{зеркало})$$

Дано:

$$V = 68 \text{ км/ч}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$R = 1,9 \text{ м}$$

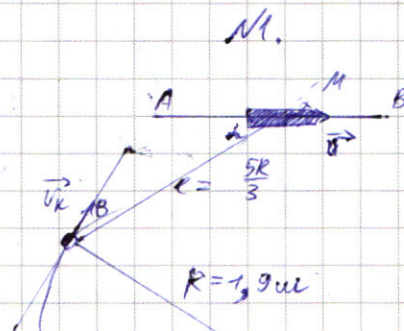
$$\rho = \frac{5R}{3}$$

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

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

$$1) v_k?$$

$$2) v_{\text{отн}}?$$



Вопрос 1:

Колесо и шуртка соединены нитью. Нить нерастяжима, поэтому проекции скоростей шуртки и колеса равны на ось нити.

$$\text{Тогда } v \cos \alpha = v_k \cos \beta$$

$$v_k = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{15}{17} \cdot 68 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = \frac{15 \cdot 5}{17 \cdot 4} \cdot 68 = \frac{15 \cdot 5}{4 \cdot 17} \cdot 68 = 15 \cdot 5 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 75 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

Вопрос 2: Найдите в СО шуртка:

$$v_x = v \cos \beta - v_k \cos \alpha$$

$$v_y = v \sin \beta + v_k \sin \alpha$$

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_x + \vec{v}_y \Rightarrow v_{\text{отн}} = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v_{\text{отн}} = \left(v^2 + v_k^2 - 2 v v_k \cos \alpha \cos \beta + 2 v v_k \sin \alpha \sin \beta \right)^{1/2}$$

$$v_{\text{отн}} = \left(\left(\frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} \right)^2 + v^2 + 2 v^2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} (\sin \alpha \sin \beta - \cos \alpha \cos \beta) \right)^{1/2}$$

$$v_{\text{отн}} = \left(75^2 + 68^2 + 2 \cdot 75 \cdot 68 \left(\frac{3}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{15 \cdot 4}{17 \cdot 5} \right) \right)^{1/2}$$

2 3-е ко ос y:

$$T \sin \beta = m a_y$$

$$a_y = \frac{v_k^2}{R}$$

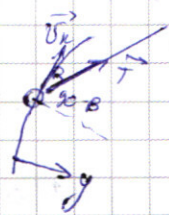
$$m \frac{v_k^2}{R} = T \sin \beta$$

$$\frac{m v_k^2}{R \sin \beta} = T$$

$$T = \frac{m}{R \sin \beta} \cdot \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} v \right)^2 = \frac{0,1 \text{ кг}}{1,9 \text{ м} \cdot \frac{3}{5}} \cdot 75^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 75^2 \cdot 5}{1,9 \cdot 3} \text{ Н} =$$

Вопрос 3:

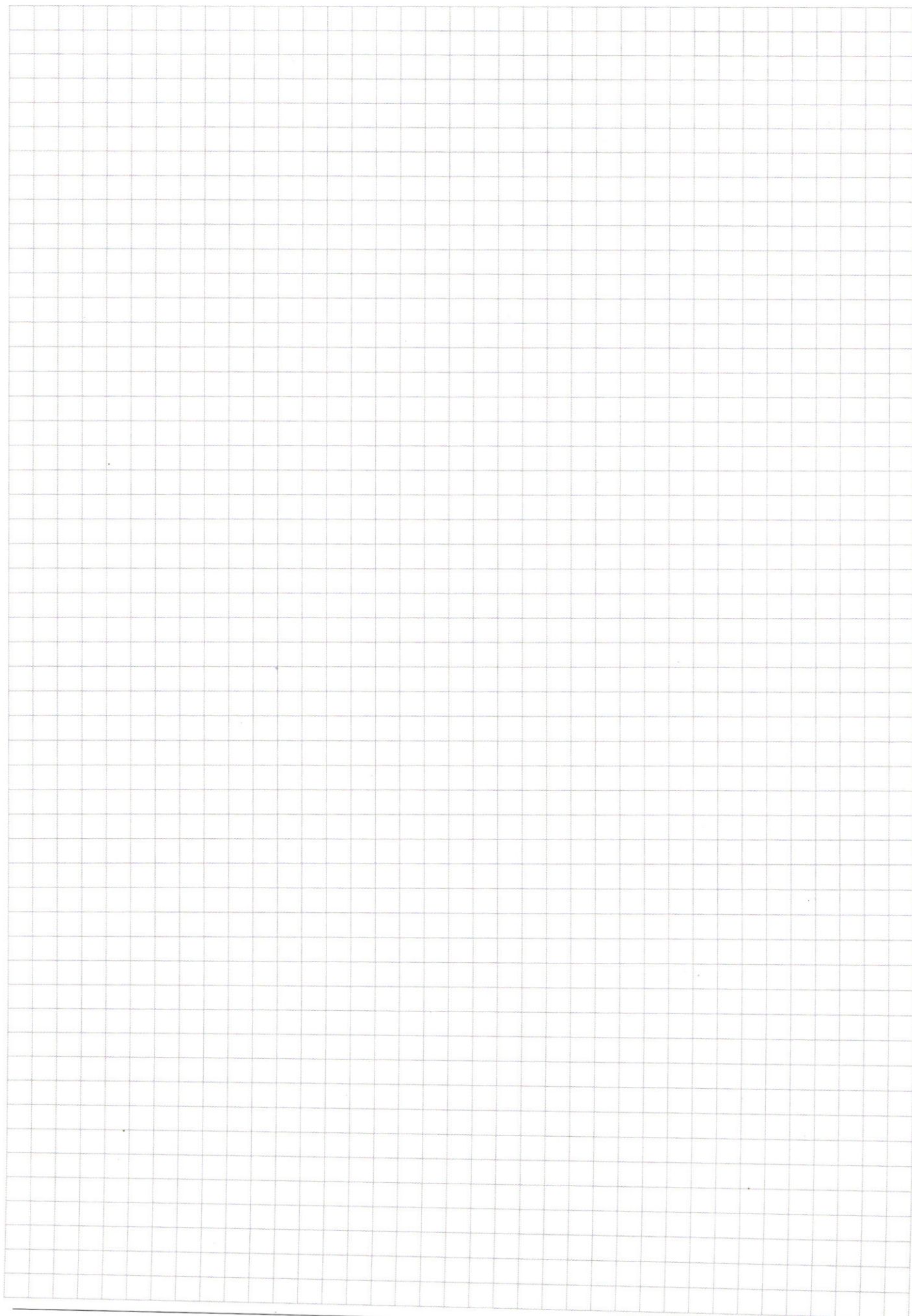


Ответ: скорость колеса = $75 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; скорость относительная =

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

$$v_{\text{отн}} = \left(v^2 \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \right)^2 + v^2 + 2 v^2 \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} (\sin \alpha \sin \beta - \cos \alpha \cos \beta) \right)^{1/2}$$

$$\text{Сила натяжения } T = \frac{m}{R \sin \beta} \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} v \right)^2$$



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

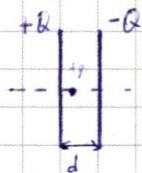
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

S - площадь сеток
 d - раст. шмг. сет.
 T - время выт. п.
 $\delta = \frac{q}{m}$

- 1) V_1 ?
- 2) Q ?
- 3) V_2 ?

Решение:



N3

68
x68

$$C_{12} = \frac{\epsilon R}{2}$$

$$C_{23} = \frac{\epsilon + 2}{2} R$$

$$Q_{23} = \frac{\epsilon}{2} R (T_2 - T_1) + \frac{\epsilon + 2}{2} R (T_3 - T_2)$$

5625+

$$\begin{array}{r} 2 \\ 75 \\ + 75 \\ \hline 375 \\ + 19 \\ \hline 525 \\ \hline 5625 \end{array}$$

~~$Q_{23} = \frac{\epsilon}{2} R (T_2 - T_1) + \frac{\epsilon + 2}{2} R (T_3 - T_2)$~~
 ~~$Q_{23} = \frac{\epsilon}{2} R (T_2 - T_1) + \frac{\epsilon + 2}{2} R (T_3 - T_2)$~~
 ~~$Q_{23} = \frac{\epsilon}{2} R (T_2 - T_1) + \frac{\epsilon + 2}{2} R (T_3 - T_2)$~~

12

23

$$C_{12} \Delta T$$

$$C_{12} \Delta T_{12} = (P_2 - P_1) V_1$$

$$C_{23} \Delta T_{23} = (P_3 - P_2) V_2$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{P_2 V_1 - P_1 V_1}{P_3 V_2 - P_2 V_2} = -1$$

$$5 + 2(3) = P_1 V_1 = P_2 V_2$$

(11B)

$$A = \frac{(P_2 - P_1)(V_3 - V_1)}{2}$$

$$Q = \Delta U_{23} + A_{23}$$

$$\Delta U_{23} = \dots$$

$$A_{23} = \dots$$

$$\eta = \frac{A}{Q}$$

$$Q_{23} = \frac{\epsilon}{2} (P_1 - P_3) + \dots$$

max

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

$$v_1 = at$$

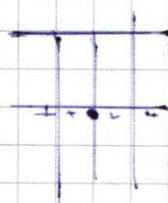
$$\begin{cases} Q_{12} = \frac{\epsilon}{2} (P_2 V_1 - P_1 V_1) = \frac{\epsilon}{2} (P_2 - P_1) V_1 \Rightarrow Q_{12} = \frac{\epsilon}{2} (P_2 - P_1) V_1 + \frac{\epsilon + 2}{2} P_2 (V_3 - V_2) \\ Q_{23} = \frac{\epsilon + 2}{2} (P_2 V_3 - P_2 V_2) = \frac{\epsilon + 2}{2} P_2 (V_3 - V_2) \end{cases}$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} + A_{31}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\Delta U_{31} < 0$$

$$A_{31} < 0$$



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

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

$$x = 3F$$

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



черновик



чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №

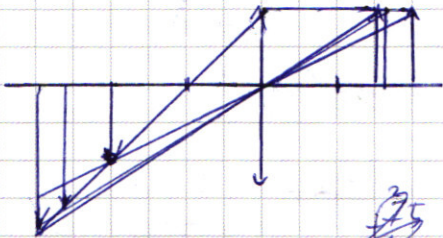
(Нумеровать только чистовики)

$$\begin{array}{r} 68 \\ 17 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 37 \\ +5 \\ \hline 85 \end{array} \quad \begin{array}{r} 37 \\ +4 \\ \hline 68 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ 15 \\ +5 \\ \hline 75 \end{array}$$

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

$$\sin \alpha = \frac{\sqrt{17^2 - 15^2}}{17} = \frac{\sqrt{2 \cdot (17+15)}}{17} = \frac{\sqrt{2 \cdot 32}}{17} = \frac{8}{17}$$

$$\frac{2 \cdot 75 \cdot 68}{17 \cdot 5} (12 - 60) = \frac{2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot 12}{17 \cdot 5}$$

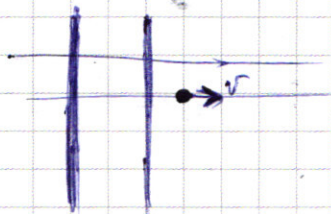


$$104 \quad \frac{75}{5} \quad \frac{75}{5} \quad \frac{75}{5}$$

$$\frac{2 \cdot 75 \cdot 68}{17 \cdot 5} (24 - 60) = \frac{2 \cdot 75 \cdot 68 \cdot (-36)}{17 \cdot 5} = -2 \cdot 15 \cdot 4 \cdot 36$$

$$\frac{75}{5} \quad \frac{75}{5} \quad \frac{75}{5}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ +8 \\ \hline 120 \\ +720 \\ \hline 840 \end{array}$$



$$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31}$$

$$\Delta U_{31} = \frac{i}{2} OR (T_1 - T_3)$$

$$A_{31} = \frac{(P_1 + P_3)}{2} (V_3 - V_1) = \frac{P_1 V_3 - P_1 V_1 + P_3 V_3 - P_3 V_1}{2} = \frac{OR (T_3 - T_2)}{2}$$

$$P_1 V_1 = OR T_1$$

$$P_3 V_3 = OR T_3$$

$$Q_{12} = (P_2 - P_1) V_1 \frac{i}{2}$$

$$A = \frac{(P_2 - P_1)(V_3 - V_2)}{2}$$

$$P_1 V_3 \quad P_3 V_1$$

$$Q_{23} = (P_3 - P_2) P_2 \frac{i+2}{2}$$

$$= \frac{P_2 V_3 - P_2 V_2 - P_1 V_3 - (P_1 V_2)}{2}$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{V_3}{V_1}$$

$$P_3 V_1 = P_1 V_3$$

0

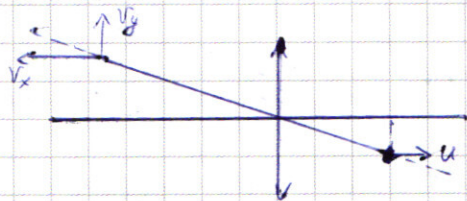
$$Q_{12} = \frac{i}{2} OR (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = \frac{i}{2} OR (T_3 - T_2)$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_3$$

$$P_1 V_2$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}}$$



$$Q_{12} = \frac{i}{2} (P_2 - P_1) V_1 \quad v = \text{const}$$

$$Q_{12} = \frac{i}{2} OR (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = \frac{i}{2} OR (T_3 - T_1)$$

$$Q_{31} = \frac{(P_1 + P_3)}{2} (V_1 - V_3) = \frac{P_1 V_1 - P_1 V_3 + P_3 V_1 - P_3 V_3}{2} = \frac{OR T_1 - P_3 V_3}{2}$$

$$P_3 V_3 = OR T$$

$$P_1 V_1 \Rightarrow T_L$$

$$P_1 V_1 = OR T_1$$

$$P_2 V_2 = OR T_2$$

$$P_3 V_3 = OR T_3$$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{V_3}{V_1}$$

$$\frac{V_1}{V_3} = \frac{T_1}{T_3} \quad \frac{P_1}{P_3} = \frac{T_1}{T_3}$$