

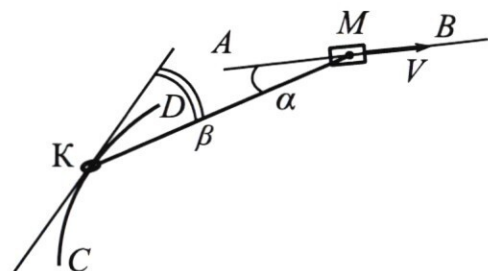
Олимпиада «Физтех» по физике,

Класс 11

Вариант 11-03

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

1. Муфту М двигают со скоростью $V = 34$ см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой $m = 0,3$ кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом $R = 0,53$ м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной $l = 5R/4$. Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол α ($\cos \alpha = 15/17$) с направлением движения муфты и угол β ($\cos \beta = 3/5$) с направлением движения кольца.



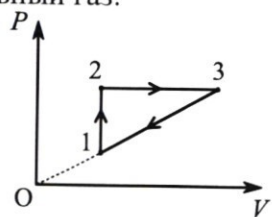
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

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 изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния d между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии $0,3d$ от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со

скоростью V_1 . Удельный заряд частицы $\frac{|q|}{m} = \gamma$.

1) Через какое время T частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

2) Найдите величину Q заряда обкладок конденсатора.

3) С какой скоростью V_2 будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

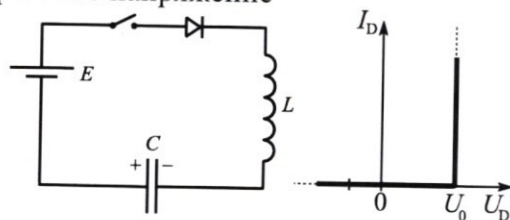
При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника $E = 6$ В, конденсатор емкостью $C = 40$ мкФ заряжен до напряжения $U_1 = 2$ 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.

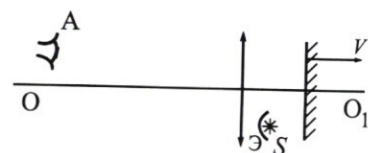


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием F , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника S может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси OO_1 линзы. Источник S находится на расстоянии $3F/4$ от оси OO_1 и на расстоянии плоскости $F/4$ от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью V вдоль оси OO_1 . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии $3F/4$ от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

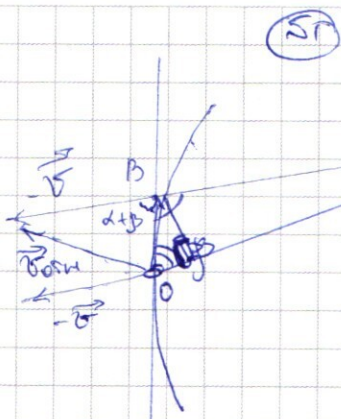
2) Под каким углом α к оси OO_1 движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned} v &= 0,34 \text{ м/с} \\ m &= 0,2 \text{ кг} \\ R &= 0,53 \text{ м} \\ l &= 512/4 \\ \cos \alpha &= \frac{15}{17} \\ \cos \beta &= \frac{3}{5} \\ v_k &=? \\ v_{отн} &=? \\ T &=? \end{aligned}$$



1) мурда кридаст мурда
скорость $v \cdot \cos \alpha$.
в (.) 0 мурда мурда
такая же
скорость/будем
считать мурда
неразрывной)

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

$$v_k = \frac{34}{100} \cdot \frac{15}{17} \cdot \frac{5}{3} = 0,5 \text{ м/с}$$

(v_k - скорость камня в этот момент времени)

2) Будем считать мурда неподвижной тогда
каменьу буди сообщена доп. скорость - v
осуществим перенос - v на (.) 0 в (.) 3
далее по т. косинусов: $v_{отн}^2 = v^2 + v_k^2 - 2v \cdot v_k \cos(\alpha + \beta)$
 $\Rightarrow v_{отн}^2 = v^2 + v_k^2 - 2v \cdot v_k (\cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta)$

по ост. тригоном. тогда бы:

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

$$\Rightarrow v_{отн}^2 = \frac{34^2}{100^2} + \frac{50^2}{100^2} - \frac{2 \cdot 34 \cdot 50}{100^2} \left(\frac{15 \cdot 3}{17 \cdot 5} - \frac{8 \cdot 4}{17 \cdot 5} \right) = \frac{4 \cdot 4 \cdot 66}{100^2}$$

$$\Rightarrow v_{отн} = 0,04 \sqrt{66} \text{ м/с}$$

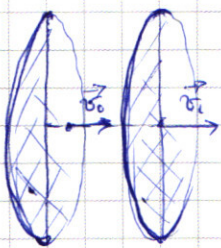
3) можно считать, что (.) 0 движется по окр. сн./д
окружности радиусом l

$$\Rightarrow m \vec{a} = \vec{T} \Rightarrow m \frac{v_{отн}^2}{R} = T \Rightarrow T = \frac{m v_{отн}^2}{R}$$

$$T = \frac{3 \cdot 16 \cdot 66 \cdot 100 \cdot 4}{10 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 5 \cdot 53}$$

Ответ: $v_k = 0,5 \text{ м/с}$; $v_{отн} = 0,04 \sqrt{66} \text{ м/с} \approx 0,32 \text{ м/с}$

$\epsilon = 1$
 $R \gg d$
 $d; 0,3d; S$
 v_1
 $|q| = \gamma$
 $v_0 = 0$
 $T = ?$
 $Q = ?$
 $v_2 = ?$



(53)

1) найдем ускорение заряда a в поле конденсатора:

$$S = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} \quad \left(\text{где } S - \text{пройденное расст.} \right)$$

$$S = d - 0,3d = 0,7d$$

$$\Rightarrow 0,7d = \frac{v_1^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_1^2}{1,4d}$$

по S -му равноуск. движение: $S = v_0 t + \frac{a t^2}{2}$

$$(t = \frac{v_1}{a}, v_0 = 0, S = 0,5d - 0,3d = 0,2d) \Rightarrow 0,2d = \frac{a t^2}{2}$$

$$\Rightarrow T^2 = \frac{0,4d}{a} = \frac{0,4d \cdot 1,4d}{v_1^2} \Rightarrow T = \frac{\sqrt{14}}{50} \cdot \frac{d}{v_1}$$

2) работа силы $\rightarrow$ л. поле равна изменению кин. энергии по с. о кин. энергии

$$\Rightarrow \frac{m v_1^2}{2} = |q| E d \cdot 0,7, \text{ где } E - \text{напряженность между обкладками конденсатора}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$\Rightarrow \frac{m v_1^2}{2} = |q| \frac{Q}{\epsilon_0 S} d \cdot 0,7$$

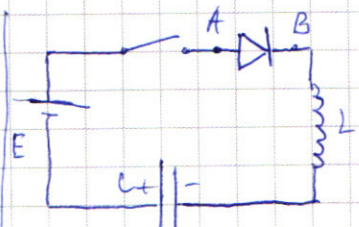
$$\Rightarrow Q = \frac{v_1^2 \cdot \epsilon_0 S}{28d \cdot 0,7} = \frac{v_1^2 \cdot \epsilon_0 S}{1,98d}$$

3) после выхода из конденсатора частица продолжит движение равномерно, т.к. поле вне конденсатора очень мало и не будет силы, которая бы придавала частице ускорение $\Rightarrow v_2 = v_1$

Ответ: $T = \frac{\sqrt{14}}{50} \frac{d}{v_1} \approx 0,08 \frac{d}{v_1}; Q = \frac{v_1^2 \cdot \epsilon_0 S}{1,98d}; v_2 = v_1$

(54)

$v = 0$
 $E = 6B$
 $C = 40 \cdot 10^{-6} F$
 $U_1 = 2B$
 $L = 0,1 H$
 $U_0 = 1B$



1) в цепи колебаний не будет, т.к. после перезарядки конденсатора ток изменит направление и диод перестанет его пропускать.

$I' = ?$

$I_0 = ?$

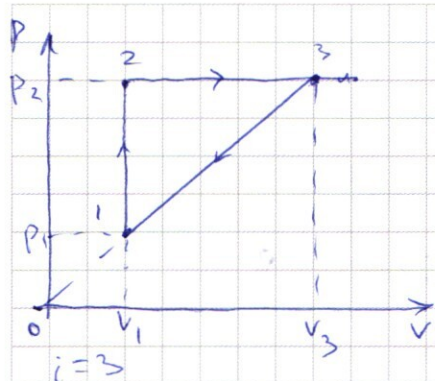
$U_2 = ?$

чтобы диод пропускал ток, разность потенциалов между /А и /В должно быть равно U_0 , т.к. в катушке возникает ЭДС индукции, противодействующая E

$$\Rightarrow E - \phi = U_0, \text{ где } |\phi| = L I' \Rightarrow E - L I' = U_0 \Rightarrow I' = \frac{E - U_0}{L}, I' = \frac{6 - 1}{0,1} = 50 A/c$$

Ответ: $I' = 50 A/c$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



(52)

Введем обозначения согласно графика.

1) 1-2 (изохор. процесс) $\Rightarrow A=0$

1-3 по 3-му периодическому:

$$\Delta U = Q, \text{ 3-й Шарль } \frac{P}{T} = \text{const}$$

$$\text{т.к. } P \uparrow \text{ до } P_2 \text{ и } T \uparrow$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} R \Delta T = k_{12} \Delta T, \text{ } k_{12} \text{ — молярная теплоемкость в данном процессе}$$

$$\Rightarrow k_{12} = \frac{3}{2} R \Rightarrow Q > 0$$

2-3 (изобар. проц.) по 3-му Гей-Люссака: $\frac{V}{T} = \text{const}, V \uparrow \Rightarrow T \uparrow$

1-3 по 3-му периодическому: $\Delta U = Q + A$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} R \Delta T = k_{23} \Delta T - P \Delta V \text{ по 3-му Менделеева-Клапейрона:}$$

$$d(PV) = d(PRT) \Rightarrow P \Delta V = R \Delta T \Rightarrow \frac{3}{2} R \Delta T = k_{23} \Delta T - R \Delta T \Rightarrow k_{23} = \frac{5}{2} R \Rightarrow Q > 0$$

3-1 по объединенному уравнению 3-му: $\frac{PV}{T} = \text{const}$

$$P \downarrow, V \downarrow \Rightarrow T \downarrow \Rightarrow \text{отом. молярных теплоемкостей } n = \frac{k_{12}}{k_{23}}$$

$$\Rightarrow n = \frac{\frac{3}{2} R}{\frac{5}{2} R} = 0,6$$

$$2) \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R \Delta T}{P \Delta V}; \text{ где } P \Delta V = R \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} R \Delta T}{R \Delta T} = \frac{3}{2} = 1,5$$

3) по опред. КПД: $\eta = \frac{A}{A + Q}$ (A — работа газа в процессе)
(η максимум, т.к. считается, что цикл совершенен)

$$\Rightarrow A = \frac{1}{2} (V_3 - V_1) (P_2 - P_1) = \frac{1}{2} (P_2 V_3 - P_2 V_1 - P_1 V_3 + P_1 V_1) = \frac{1}{2} \alpha$$

$$Q_{31} = \Delta U_{31} - A_{31} \text{ (где } \Delta U_{31} = \frac{3}{2} R \Delta T \text{ и } A_{31} = R \Delta T)$$

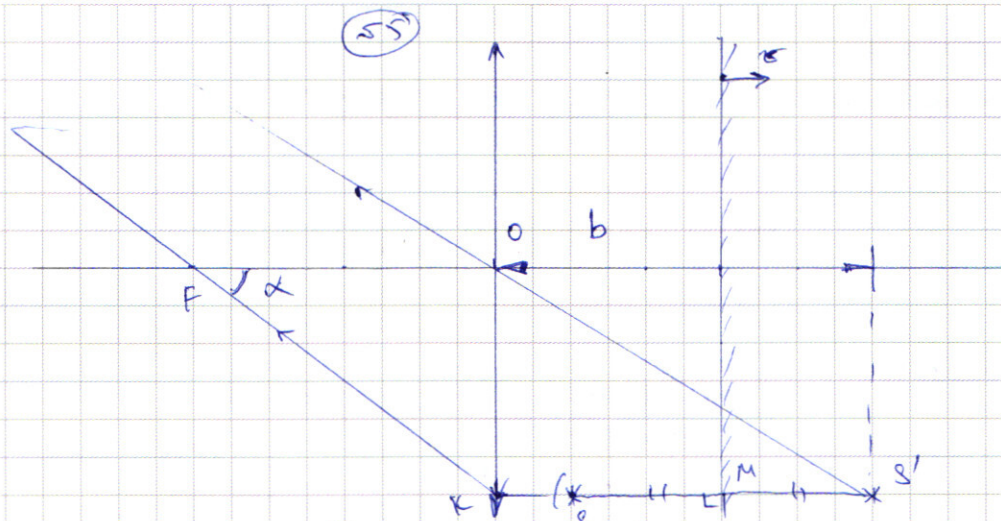
$$\Rightarrow Q_{31} = k_{31} \Delta T = \left(\frac{3}{2} - 1\right) R \Delta T \Rightarrow k_{31} = \frac{1}{2} R$$

$$\Rightarrow Q_{31} = \frac{1}{2} R \Delta T = \frac{1}{2} (P_2 - P_1) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} (P_2 V_3 - P_2 V_1 - P_1 V_3 + P_1 V_1) = \frac{1}{2} \alpha$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{1}{2} \alpha}{\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right) \alpha} = 0,5 = 50\%$$

$$\text{Ответ: } n = 0,6; \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = 1,5; \eta = 50\%$$

$$\begin{aligned}
 F & \\
 y &= \frac{3F}{4} \\
 x &= \frac{F}{4} \\
 \sigma & \\
 s &= \frac{5F}{4} \\
 \hline
 a &? \\
 \alpha &? \\
 u &?
 \end{aligned}$$

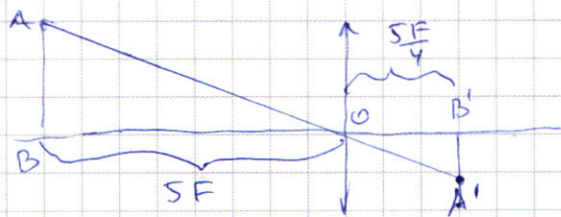


- 1) по строке изображение (1) S в зеркале. S' будет нахо. д. в. на расстоянии $b = \frac{5}{4}F$ от плоскости линзы $\Rightarrow$ по ф-ле тонкой линзы:

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{F} &= +\frac{1}{b} + \frac{1}{a}; \text{ т.к. из-за обратимости световых лучей следует, что источник и изображение можно поменять местами} \\
 \Rightarrow \frac{1}{a} &= \frac{1}{F} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{4}{5F} = \frac{1}{5F} \Rightarrow a = 5F
 \end{aligned}$$

- 2) при дв-и изображение луч FK не имеет своего перво. из. а луч S'O имеет $\Rightarrow$ (1) перес. ~~т.к. эти лучи перпендикулярны~~ вправо по лучу FK $\Rightarrow$ скорость изображения и точк. $\Rightarrow$ ~~500~~
 $\tan \alpha = \frac{y}{x} = \frac{3F}{F} = \frac{3F}{4F} = 0,75 \Rightarrow \alpha = \arctg 0,75$

- 3) у нас есть 2 подобных треугольника.



$\Rightarrow$ коэф. увеличения Г равен:

$$\Gamma = \frac{B'O}{B'O} = \frac{5F}{SF} = 4 \text{ (в 4 раза больше)}$$

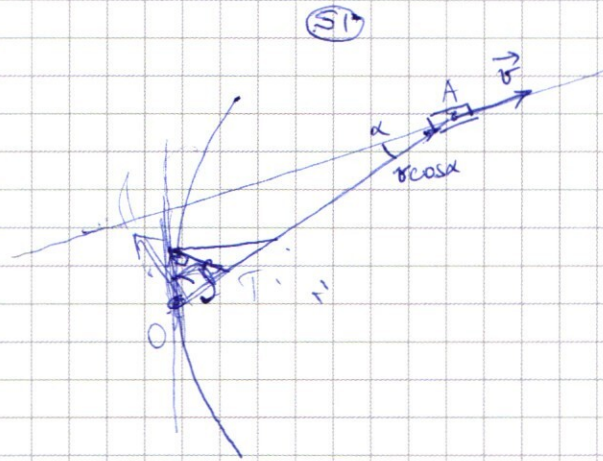
скорость S' будет равна 20, т.к. при дв-и зеркала SM увеличивается на $\sigma + 48M$

миним. скорость изображения и источника связаны соотношением: $\frac{u_x}{20} = \Gamma^2 \Rightarrow u_x = \Gamma^2 \cdot 20 = 2\Gamma^2 \cdot 5$
 $\Rightarrow u_x = 320 \Rightarrow u = \frac{u_x}{\cos \alpha} = \frac{320}{\cos(\arctg 0,75)}$

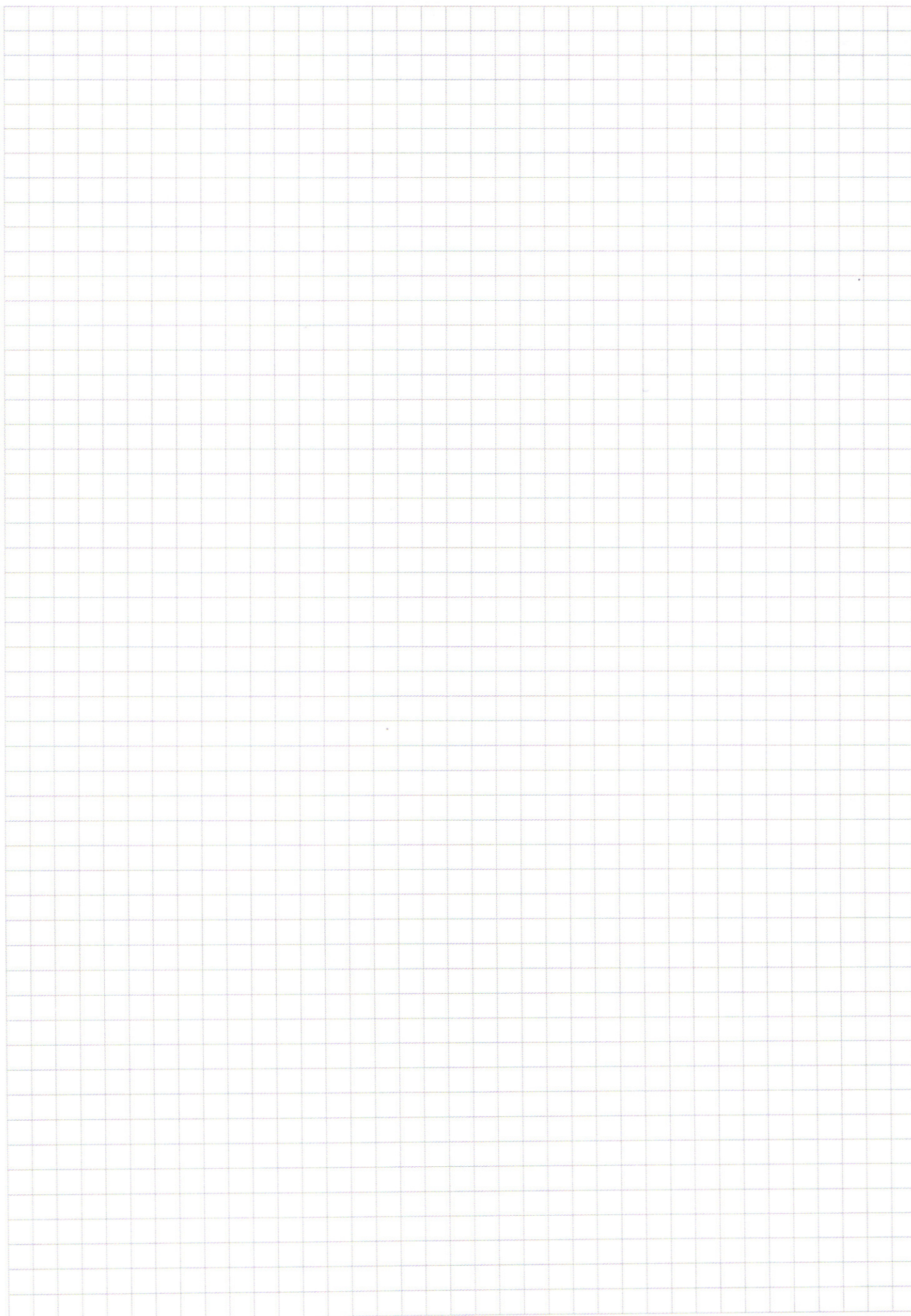
Ответ: $a = 5F; \alpha = \arctg \frac{3}{4}; u = 320 \cdot \frac{1}{\cos(\arctg 0,75)}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$m = 0,5 \text{ кг}$
 $v = 0,34 \text{ м/с}$
 $R = 0,55 \text{ м}$
 $L = 5R/4$
 $\cos \alpha = \frac{15}{17}$
 $\cos \beta = \frac{3}{5}$
 $v_k - ?$
 $v_{\text{отн}} - ?$
 $T - ?$



1) ищется скорость в косх,
 будем считать, что
 не рабемт мот =>
 в.т.о. колыцу мот
 сообщат такую же
 скор



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) 54

Handwritten notes on the left:

- $v = 0$
- $E = 6 \text{ В}$
- $C = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$
- $U_1 = 2 \text{ В}$
- $L = 0,1 \text{ Гн}$
- $U_0 = 1 \text{ В}$
- $\frac{d\Phi}{dt} = ?$
- $\Phi = ?$
- $U_2 = ?$

Circuit diagram (1): A series circuit containing a DC voltage source E , a switch, a diode (A to B), an inductor L , and a capacitor C . The diode is oriented with its anode towards the switch and its cathode towards the inductor.

Handwritten notes on the right:

- носие замкнутости источника.
- диод сразу начнет пропускать ток.
- колебаний не будет, т.к. диод не пропускает ток.
- $\Phi = LI$
- $\dot{\Phi} = L \dot{I} = 5 \text{ В}$
- $I = \frac{E - U_1}{R} = 50 \text{ А}$
- $R = \frac{U_1}{I} = 0,02 \text{ Ом}$
- $U_2 = ?$

Handwritten notes below the circuit:

- тогда ток ток. равно $E - U_1$ напряжение
- в (1) А и (1) В делится $E - U_1 = 1 \text{ В}$ $\Rightarrow E - U_1 = 1 \text{ В}$

2)

Handwritten formula:

$$W_L = \frac{LI^2}{2}$$

Страница №__

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

52

1-2 - изохора.
 $\Delta U = Q$
 $\frac{3}{2} \Delta p \cdot V = k R \Delta T$
 $\frac{3}{2} \Delta R \Delta T = k R \Delta T$

2-3 - изоб.
 $\Delta U = Q - A$
 $\frac{3}{2} \Delta R \Delta T = k \Delta R \Delta T - \Delta R \Delta T$

3-1 - изохр.
 $\Delta U = Q + A$
 $\frac{3}{2} \Delta R \Delta T = k \Delta R \Delta T + \Delta R \Delta T$

$\frac{pV}{T} = \text{const.}$
 $\Rightarrow C_V = \frac{3}{2} R$
 $\Rightarrow C_p = \frac{5}{2} R$

2) $\frac{\Delta U_{23}}{Q_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \Delta R \Delta T}{\Delta R \Delta T} = \frac{3}{2}$

3) $\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{A}{Q_{12} + Q_{23}}$

$Q_{12} = \frac{3}{2} \Delta R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} (p_2 - p_1) V_1$
 $Q_{23} = \frac{5}{2} \Delta R \Delta T_{23} = \frac{5}{2} p_2 (V_3 - V_2)$
 $A = \frac{1}{2} (V_3 - V_1) (p_2 - p_1) = \frac{1}{2} (p_2 V_3 - p_2 V_1 - p_1 V_3 + p_1 V_1)$
 $Q_{31} = \Delta R \Delta T_{31} = (p_2 - p_1) (V_3 - V_1) = (p_2 V_3 - p_2 V_1 - p_1 V_3 + p_1 V_1)$

$\frac{5}{2} p_2 V_1 - \frac{3}{2} p_1 V_1 + \frac{5}{2} p_2 V_3 - \frac{5}{2} p_1 V_3 - p_2 V_3 + p_2 V_1 + p_1 V_3 - p_1 V_1$
 $= \frac{5}{2} p_1 V_1 + \frac{5}{2} p_2 V_3 + p_1 V_3$
 $= -5 p_1 V_1 + 3 p_2 V_3 + 2 p_1 V_3$
 $= \frac{1}{2} (p_2 V_3 - p_2 V_1 - p_1 V_3 + p_1 V_1)$

$\Rightarrow \eta = \frac{A}{A + Q} = \frac{\frac{1}{2} (p_2 V_3 - p_2 V_1 - p_1 V_3 + p_1 V_1)}{\frac{1}{2} (p_2 V_3 - p_2 V_1 - p_1 V_3 + p_1 V_1) + \frac{5}{2} p_2 V_3 - \frac{5}{2} p_1 V_3} = \frac{1}{3} = 0,333$

$$v = 0,34 \text{ м/с}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 0,5 \text{ м}$$

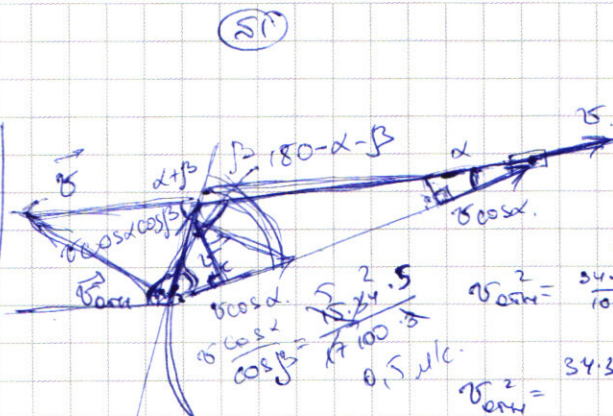
$$l = 5 \cdot R/4$$

$$\cos \alpha = 15/17$$

$$\cos \beta = 3/5$$

$$v_{\text{отн}} = ?$$

$$T = ?$$



$$1) v \cos \alpha \cos \beta$$

$$\frac{34 \cdot 15 \cdot 3}{100 \cdot 17 \cdot 5} = 0,12 \text{ м/с}$$

$$2) v_{\text{отн}}^2 = v^2 + v_c^2 - 2 v v_c \cos(\alpha + \beta)$$

$$v_{\text{отн}}^2 = v^2 + v_c^2 - 2 v v_c (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)$$

$$v_{\text{отн}}^2 = \frac{34^2 + 12^2 - 2 \cdot 34 \cdot 12 \cdot \frac{13}{17 \cdot 5}}{100 \cdot 100}$$

$$v_{\text{отн}}^2 = \frac{34 \cdot 34 + 12 \cdot 12 - 2 \cdot 34 \cdot 12 \cdot \frac{13}{17 \cdot 5}}{100 \cdot 100}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{225}{17^2}} = \frac{8}{17}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$$

$$\frac{34}{17} \cdot \frac{15}{17} = \frac{12}{17}$$

$$\frac{34}{17} \cdot \frac{3}{5} = \frac{12}{17}$$

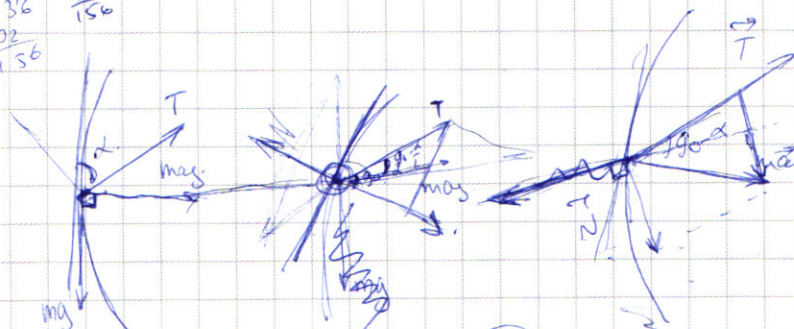
$$\frac{34}{17} \cdot \frac{4}{5} = \frac{12}{17}$$

$$34 \cdot 34 + 12 \cdot 12 - 2 \cdot 34 \cdot 12 \cdot \frac{13}{17 \cdot 5}$$

$$4(17^2 + 6^2 - 12 \cdot \frac{13}{5}) = 4(289 + 36 - \frac{12 \cdot 13}{5}) = \frac{4}{5}(1625 - 156)$$

$$m \vec{a} = \vec{T} + \vec{N} + m \vec{g} + \vec{N}$$

$$m \vec{a} = \vec{T} + \vec{N}$$



(S3)

Решение: $F = qE$ равномерно заряженные пластины

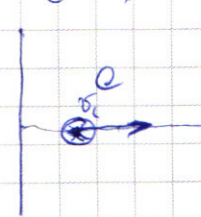
$$R \gg d$$

$$d = 0,3 \text{ д}$$

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

$$C = 0$$

$$g = \dots$$



$$C = \frac{q}{E \cdot d}$$

$$\Rightarrow a = \frac{q}{m} \cdot \frac{Q}{2 \epsilon_0} = \gamma k$$

$$1) S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$0,7d = \frac{v_1^2}{2a}$$

$$k = \frac{a}{\gamma} = \frac{1}{1,48d}$$

$$S = v_0 t + \frac{a t^2}{2} \Rightarrow 0,2d = \frac{v_1^2 T^2}{1,48 \cdot 2}$$

$$\Rightarrow T^2 = \frac{0,2d \cdot 1,48 \cdot 2}{v_1^2} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 14 d^2}{100 v_1^2} \Rightarrow T = \frac{2d}{100 v_1} \sqrt{14} = \frac{\sqrt{14}}{50} \cdot \frac{d}{v_1}$$

$$2) k = E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{v_1}{1,48d}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{v_1^2 \epsilon_0}{1,48d} \cdot S$$

$$Q = \frac{v_1^2 \epsilon_0}{1,48d} \cdot \frac{Q}{E} = \frac{v_1^2 \epsilon_0}{1,48d} \cdot \frac{Q}{\frac{v_1}{1,48d}}$$

$$\frac{50}{650} \cdot \frac{34 \cdot 34}{100 \cdot 100} + \frac{50 \cdot 50}{100 \cdot 100} - \frac{2 \cdot 50 \cdot 34}{100 \cdot 100} \cdot \frac{13}{17 \cdot 5}$$

$$3) v = v_1$$

$$4(289 + 625 - 650)$$

$$\frac{4 \cdot 264}{100 \cdot 100} = \frac{4 \cdot 4 \cdot \sqrt{66}}{100 \cdot 100}$$

$$A = q E 0,7d = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$E = \frac{m v_1^2}{2 \cdot 1,48d \cdot q} = \frac{264}{1,48d}$$