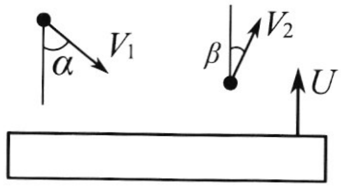
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11

Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)



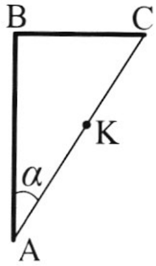
1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 8 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{2}\right)$ с вертикалью.

1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 300 К, а кислорода T_2 = 500 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$.
R = 8,31 Дж/(моль·К).

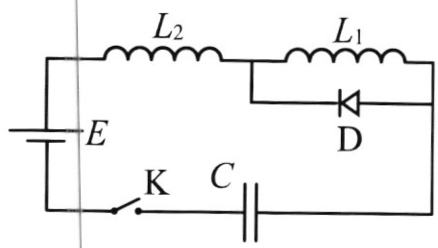
1) Найти отношение начальных объемов азота и кислорода.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?



3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.

1) Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC, если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

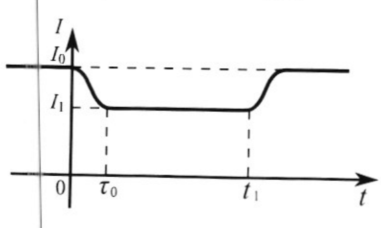
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.



4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.

1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{M1}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{M2}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусным расстоянием F_0 у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии $2F_0$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.



1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

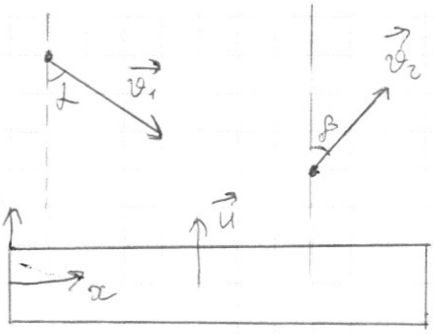
Дано: | Решение

$v_1 = 8\ \frac{м}{с}$

$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

$\sin\beta = \frac{1}{2}$

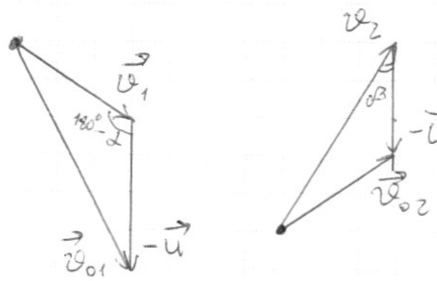
$v_2 - ?\ u - ?$



1) т.к. плита гладкая, то в момент соударения на шарик действовала только нормальная сила реакции $\vec N$ со стороны плиты (помимо силы тяжести). т.к. по горизонтали на шарик силы не действовали, то из II закона Ньютона ($\frac{d\vec p}{dt} = \vec F$) следует, что в проекции на ось X применим закон сохранения импульса, т.е. $m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$, где m - масса шарика, тогда $v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$,

$v_2 = 8\frac{м}{с}\cdot\frac{3\cdot 2}{4} = 12\frac{м}{с}$.

2) перейдём в инерциальную систему отсчёта: плита.



в ней $\vec v_{01}$ и $\vec v_{02}$ - скорости шарика перед и после удара

$\vec v_{01} = \vec v_1 - \vec u$ и $\vec v_{02} = \vec v_2 - \vec u$.

по теореме косинусов:

$v_{01}^2 = v_1^2 + u^2 + 2 v_1 u \cos\alpha$ и $v_{02}^2 = v_2^2 + u^2 - 2 v_2 u \cos\beta$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{9}{16}} = \frac{\sqrt7}{4}$; $\cos\beta = \frac{\sqrt3}{2}$

пусть K_1 и K_2 - кинетическая энергия шарика до и после удара, а Q - выделившееся тепло, тогда из закона сохранения энергии $K_1 = K_2 + Q$ (потенциальная энергия не меняется, внешние силы работу не совершают).

т.к. плита массивная, то считаем, что её скорость не меняется от удара с шариком.

Q может лежать в пределе от 0 (~~теплово~~ энергетических потерь не было) до K_1 (вся энергия рассеялась), тогда K_2 принимает значения от 0 до K_1.

$K_1 = \frac{m v_{01}^2}{2}$; $K_2 = \frac{m v_{02}^2}{2}$

~~рассмотрим два крайних случая:~~

$K_1 = K_2 + Q \rightarrow \frac{m}{2}(v_1^2 + u^2 + 2v_1 u\cos\alpha) = \frac{m}{2}(v_2^2 + u^2 - 2v_2 u\cos\beta) + Q$

$\frac{m}{2}v_1^2 + m v_1 u\cos\alpha = \frac{m}{2}v_2^2 - m v_2 u\cos\beta + Q$.

$$u = \frac{Q + \frac{m}{2}v_2^2 - \frac{m}{2}v_1^2}{m v_1\cos\alpha + m v_2\cos\beta}$$

при $Q = 0$ $u_{min} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2v_1\cos\alpha + 2v_2\cos\beta}$; $u_{min} = \frac{144\frac{м^2}{с^2} - 64\frac{м^2}{с^2}}{2\cdot 8\cdot\frac{\sqrt{7}}{4}\frac{м}{с} + 2\cdot 12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}$

$u_{min} = \frac{20}{\sqrt{7} + 3\sqrt{3}}\ \frac{м}{с}$

при $Q = K_1$ $K_2 = 0 \rightarrow v_{02}^2 = 0 \rightarrow v_2^2 + u^2 - 2v_2 u\cos\beta = 0$.

$u^2 - 2v_2\cos\beta\cdot u + v_2^2 = 0$.

$D = 4v_2^2\cos^2\beta - 4v_2^2 \rightarrow u = \frac{v_2\cos\beta \pm v_2\sqrt{\cos^2\beta - 1}}{1}$

$\cancel{u = \left[v_2(\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - 1}) \right.}$ т.к. $\cos^2\beta - 1 < 0$, то $Q \neq K_1$, значит

$u > u_{min} \rightarrow u > \frac{v_2^2 - v_1^2}{2v_1\cos\alpha + 2v_2\cos\beta}$

$u > \frac{20}{\sqrt{7} + 3\sqrt{3}}\ \frac{м}{с}$

Ответ: $v_2 = 12\ \frac{м}{с}$; $u > \frac{20}{\sqrt{7} + 3\sqrt{3}}\ \frac{м}{с}$.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:

$\nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_1 = 300\,K$

$T_2 = 500\,K$

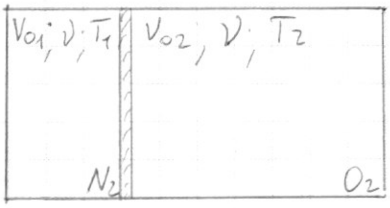
$c_V = \frac{5}{2}R$

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$\frac{V_{01}}{V_{02}}$ - ? T - ?

Q - ?

Решение



1) $\mu_1 = 28 \frac{г}{моль}$, $\mu_2 = 32 \frac{г}{моль}$ - молярные массы азота и кислорода

$c_V = \frac{i}{2}R$ и $c_V = \frac{5}{2}R \rightarrow i = 5.$

Т.к. трение отсутствует, в начале и в конце поршень в покое, его потенциальная энергия не менялась, то по закону сохранения энергии работа, совершённая внешними силами по перемещению поршня равна 0, поэтому считаем, что разность давлений в каждый момент времени равна 0. Пусть p_0 - начальное давление азота и кислорода, тогда исходя из уравнения Менделеева-Клапейрона $p_0 V_{01} = \nu R T_1$ и $p_0 V_{02} = \nu R T_2 \rightarrow \frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{T_1}{T_2}$

$\frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{300K}{500K} = \frac{3}{5} = 0{,}6$; $V_{02} = V_{01} \cdot \frac{5}{3}$.

2) Т.к. объём сосуда не меняется, а давления газов примерно равны между собой, то работа A_1, совершённая азотом, и работа A_2, совершённая кислородом, связаны соотношением $A_1 = -A_2$ (объёмы меняются на одинаковую величину, только азот расширяется, а кислород сжимается)

по первому началу термодинамики $Q_1 = \Delta U_1 + A_1$ и $Q_2 = \Delta U_2 + A_2$, где $\Delta U_i = \frac{i}{2}\nu_i R \Delta T_i$

$Q_1 = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) + A_1$ и $Q_2 = \frac{5}{2}\nu R(T - T_2) + A_2$

т.к. система ~~за~~ теплоизолирована, то $Q_1 + Q_2 = 0$.

$\frac{5}{2}\nu R(T - T_1) + A_1 + \frac{5}{2}\nu R(T - T_2) + A_2 = 0$.

$T - T_1 + T - T_2 = 0 \rightarrow T = \frac{1}{2}(T_1 + T_2)$; $T = \frac{1}{2}(300K + 500K) = 400K$

3) в конце переходных процессов объёмы газов одинаковы, значит изменение объёма азота равно $\Delta V = \frac{V_{02} - V_{01}}{2}$

процесс близок к изобарному с давлением $p_0 = \frac{\nu R T_1}{V_{01}}$

Q_1 - количество теплоты, переданное кислородом азоту, тогда $Q_1 = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) + p_0 \Delta V = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{\nu R T_1}{V_{01}} \cdot \frac{V_{02} - V_{01}}{2} =$

$= \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) + \nu R T_1 \cdot \frac{\frac{5}{3} - 1}{2} = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{1}{3}\nu R T_1 =$

$= \nu R\left(\frac{5}{2}T - \frac{13}{6}T_1\right)$.

$Q_1 = \frac{3}{7}\text{моль} \cdot 8{,}31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot K}\left(\frac{5}{2}\cdot 400K - \frac{13}{6}\cdot 300K\right) = 150 \cdot 8{,}31\ \text{Дж}$.

$Q_1 = 1246{,}5\ \text{Дж}$.

Ответ: $\frac{V_{01}}{V_{02}} = 0{,}6$; $T = 400K$, $Q_1 = 1246{,}5\ \text{Дж}$.

№5

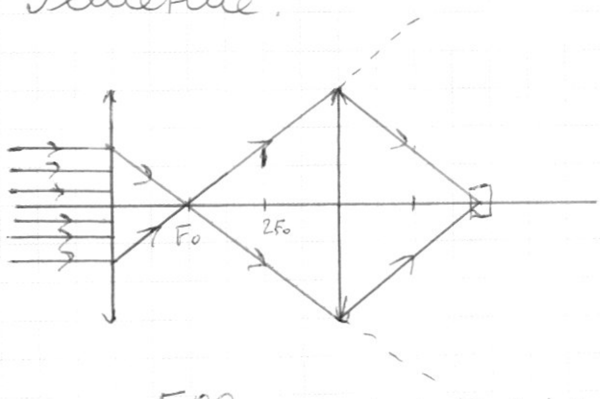
Дано:

F_0; D; τ_0

$I_1 = \frac{3}{4}I_0$

$l - ?$ $v - ?$ $t_1 - ?$

Решение.



1) ~~Линзы~~ линзы собирающие (иначе не фокусировались бы ~~в~~ на фотодетекторе). т.к. изначально лучи шли параллельно ГОО, то после преломления пройдут через фокус F_0 этой линзы. пучок лучей, падающий на

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

фотодетектор ограничен лучами, показанными на рисунке.

тогда для второй линзы как будто бы существует точечный источник, который и излучает этот пучок, и расположен он в фокусе первой линзы. изображение этого источника совпадает с детектором, тогда по формуле для тонкой линзы

$\frac{1}{2F_0} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F_0} \rightarrow \quad l = 2F_0$.

г). т.к. падает пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении, то считаем, что мощность падающего на детектор света (а значит и сила тока в детекторе) прямопропорциональна площади, с которой приходит излучение. пусть d-диаметр мишени.

кривые на графике $I(t)$ соответствуют входу мишени в пучок света, тогда $\frac{I_1}{I_0} = \frac{\frac{\pi (\frac{D}{2})^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}}{\frac{\pi (\frac{D}{2})^2}{4}}$ - т.к. мишень

расположена на расстоянии F_0 от второй линзы

$\frac{I_1}{I_0} = \frac{\frac{D^2}{4} - d^2}{\frac{D^2}{4}} = \frac{D^2 - 4d^2}{D^2} \rightarrow \frac{I_1}{I_0} D^2 = D^2 - 4d^2$.

$d = \frac{D}{2}\sqrt{1 - \frac{I_1}{I_0}}$; $d = \frac{D}{2}\sqrt{1 - \frac{3}{4}} = \frac{D}{4}$.

за время τ_0 мишень прошла путь $d \rightarrow v = \frac{d}{\tau_0}$; $v = \frac{D}{4\tau_0}$

3) за время $t_1 - \tau_0$ мишень прошла путь, равный $\frac{D}{2} - d$,

значит $\frac{D}{2}-d=\vartheta(t_1-\tau_0)\rightarrow t_1=\frac{1}{\vartheta}\left(\frac{D}{2}-\frac{d}{4}\right)+\tau_0.$

$t_1=\frac{4\tau_0}{D}\left(\frac{D}{2}-\frac{D}{4}\right)+\tau_0=2\tau_0.$

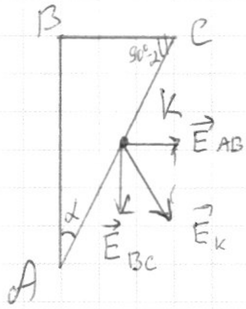
Ответ: $l=2F_0$; $\vartheta=\frac{D}{4\tau_0}$; $t_1=2\tau_0$.

№3

Дано:
1) $\alpha=\frac{\pi}{4}$
2) σ, $\alpha=\frac{\pi}{7}$

$\frac{E_2}{E_1}$ - ? E - ?

Решение



напряжённость в точке K есть векторная сумма напряжённостей от AB и BC

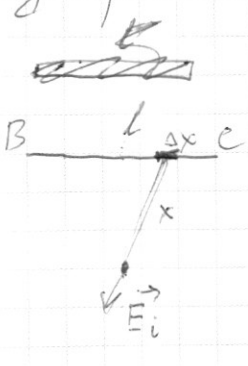
напряжённость вблизи бесконечных пластин $E_i=\frac{\sigma_i}{2\varepsilon_0}$

~~1) пусть σ_0 - поверхностная плотность зарядов на пластине BC, тогда $E_1=\frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0}$ - напряжённость в точке K, когда пластина AB не заряжена. когда она заряжена, напряжённость E_2 в точке K~~

~~$\vec{E}_2=\vec{E}_1+\vec{E}_{AB}$, где $E_{AB}=\frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0}=E_1$, тогда по т. Пифагора~~

~~$E_2=\sqrt{E_1^2+E_{AB}^2}=E_1\sqrt{2}$, $E_2=\frac{\sigma_0\sqrt{2}}{2\varepsilon_0}$, тогда $\frac{E_2}{E_1}=\sqrt{2}\approx1{,}4$.~~

рассмотрим напряжённость, создаваемую тонкой заряженной полоской в точке, расположенной напротив середины полоски: $E_i=K\frac{\Delta q}{x^2}$, где $\frac{\Delta q}{q}=\frac{\Delta x}{BC}$.



q ← заряд пол. полоски

$E_i=\frac{Kq}{BC}\cdot\frac{\Delta x}{x^2}\rightarrow E=\sum E_i=\frac{Kq}{BC}\int_{\frac{AC\cos\alpha}{2}}^{\frac{AC}{2}}\frac{1}{x^2}\Delta x$

$E=\frac{-Kq}{BC\,x}\Bigg|_{\frac{AC\cos\alpha}{2}}^{\frac{AC}{2}}=\frac{2Kq}{BC\cdot AC}\left(\frac{1}{\cos\alpha}-1\right)$

теперь рассмотрим напряжённость, создаваемую пластиной BC в точке K

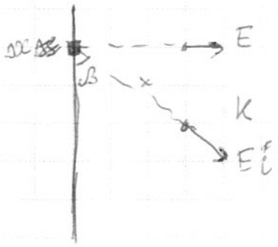
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



т.к. $E \sim \frac{1}{S^2}$, то $E_i = E\sin^2\beta = \frac{2K\Delta q}{AC\cdot BC}\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right)\cdot \sin^2\beta$

где $\frac{\Delta q}{\Delta S} = \frac{q}{S}$ → $\Delta q = \sigma \cdot BC\,\Delta x$, $\sin\beta = \frac{AC\cos\alpha}{2x}$.

$$E_i = \frac{2K\sigma}{AC}\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right)\cdot\frac{AC^2\cos^2\alpha}{x\cdot 2}\cdot\frac{1}{x^2}\cdot\Delta x$$

$$E_K = \sum E_i = \frac{K\cdot AC\cdot\sigma\cdot\cos\alpha}{2}(1-\cos\alpha)\int_{\frac{AC\cos\alpha}{2}}^{\infty}\frac{1}{x^2}\Delta x = \frac{-K\cdot AC\cdot\sigma\cdot(1-\cos\alpha)\cdot\cos\alpha}{2}\left.\frac{1}{x}\right|_{\frac{AC\cos\alpha}{2}}^{\infty}$$

$$E_K = \frac{K\cdot AC\cdot\sigma\cdot\cos\alpha\cdot(1-\cos\alpha)\cdot 2}{2\cdot AC\cdot\cos\alpha} = K\sigma(1-\cos\alpha).$$

таким образом $E_{BC} = K\sigma_{BC}(1-\cos\alpha)$, $E_{AB} = K\sigma_{AB}(1-\sin\alpha)$ аналогично.

1) пусть σ_0 - поверхностная плотность зарядов на пластине BC, тогда $E_1 = E_{BC} = K\sigma_0(1-\cos\alpha)$

в данном случае $E_{AB} = E_{BC} = K\sigma_0(1-\sin\alpha)$ (т.к. $\alpha = \frac{\pi}{4}$, $\sin\alpha = \cos\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$)

$\vec{E_2} = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$; по т. Пифагора $E_2 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = E_{BC}\sqrt{2}$.

$\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$.

2). $E_{BC} = K\cdot 2\sigma(1-\cos\alpha)$; $E_{AB} = K\cdot\sigma(1-\sin\alpha)$, где $\alpha = \frac{\pi}{7}$

$\vec{E} = \vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB}$; $E = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = K\sigma\sqrt{(1-\sin\alpha)^2 + 4(1-\cos\alpha)^2}$

Ответ: $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$; $E = K\sigma\sqrt{(1-\sin\alpha)^2 + 4(1-\cos\alpha)^2}$, где $\alpha = \frac{\pi}{7}$.

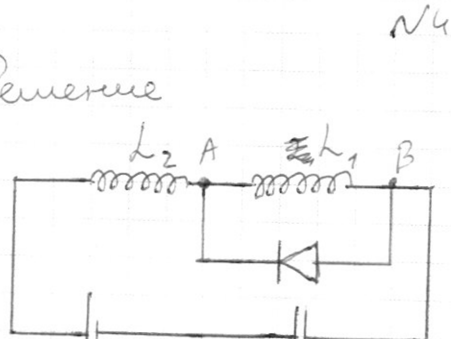
№4

Дано: $\mathcal{E}$; L; C

T - ? I_{M1} - ?

I_{M2} - ?

Решение



1) для открытия идеального диода необходимо, чтобы φ_B был больше φ_A после закрытия ключа,

□ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ток пойдёт от точки A к точке B, значит φ_A больше φ_B, диод закрыт. пока ток течёт в направлении от A к B (от закрытия ключа до остановки тока) проходит время $t = \frac{1}{4} T_0$, где T_0 - период колебаний тока в системе без диода.

последовательно соединённые катушки с индуктивностями L_1 и L_2 эквивалентны одной катушке с индуктивностью $L_э = L_1 + L_2$ (это следует из закона Фарадея и принципов последовательного соединения), тогда $L_э = 3L$.

по формуле Томсона $T_0 = 2\pi\sqrt{L_э C} \rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{3LC} \rightarrow t = \frac{\pi}{2}\sqrt{3LC}$.

когда ~~диод~~ конденсатор начнёт разряжаться, диод откроется (ток течёт в направлении от B к A). т.к. диод идеальный и по нему течёт ток, то напряжение на нём равно 0, а значит и на катушке L_1, но из закона для ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}_i = -L\frac{dI}{dt}$, значит ток через катушку меняться не будет, а т.к. в момент открытия диода он был равен 0, ток через катушку L_1 идти не будет. конденсатор вернётся в положение равновесия за время $t_1 = \frac{1}{4} T_1$, где $T_1 = 2\pi\sqrt{L_2 C} = 2\pi\sqrt{LC} \rightarrow t_1 = \frac{\pi}{2}\sqrt{LC}$.

т.к. за время $t + t_1$ заряд конденсатора изменился от равновесного до амплитудного и обратно до равновесного, $T = 2(t + t_1)$; $T = \pi\sqrt{LC}(1 + \sqrt{3})$

2) чтобы найти I_{m1} рассмотрим ~~разрядку~~ зарядку конденсатора (во время ~~зарядки~~ разрядки ток через L_1 не идёт)

когда ток максимальный, напряжения на

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 8
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

катушках равны 0 ($\mathcal{E}_i = -L\frac{dI}{dt}$), значит напряжение на конденсаторе в этот момент $U_C = \mathcal{E}$ (конец зарядки конденсатора, энергия катушек в этот момент $E_L = \frac{3L I_{m1}^2}{2}$, энергия конденсатора $E_C = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2}$

~~далее источник совершает работу~~ $A = -\mathcal{E}\cdot 2\mathcal{E}C$, ~~напряжение на конденсаторе 0, ток через катушку~~

в начальный момент напряжение на катушках максимально, ток быстро растёт. источник совершил работу $A = \mathcal{E}\cdot\mathcal{E}C$ до макс. заряда конденсатора. по закону сохранения энергии

$A = E_L + E_C \Rightarrow \mathcal{E}^2 C = \frac{3L I_{m1}^2}{2} + \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} \Rightarrow I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$.

3) когда ток через L_2 равен I_{m2}, напряжение на $L_2 = 0$, значит на конденсаторе $U_C = \mathcal{E}$ и $I_{m2} = I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$.

Ответ: $T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{3}+1)$, $I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$; $I_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$.

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

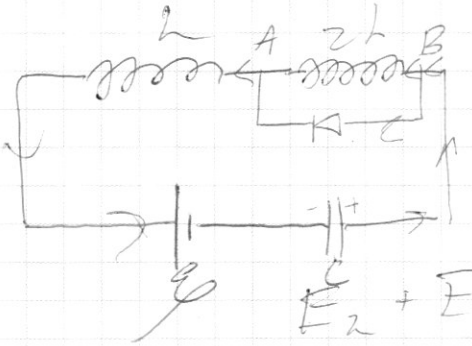
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

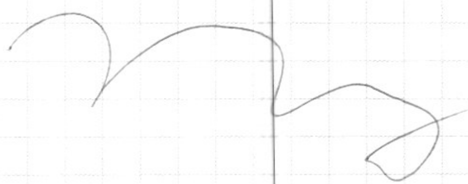
$\Rightarrow 3L \quad T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{3LC}. \quad \mathcal{E} = L\frac{dI}{dt}$

$t = \frac{\pi}{2}\sqrt{3LC}$

$\frac{q^2}{2C}$



$E_L + E_C + A =$

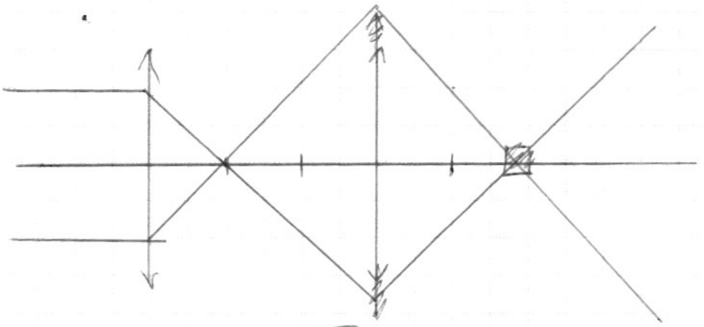


☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

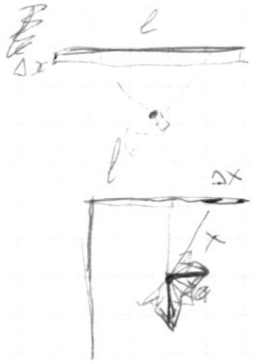


$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$D \ll F_0 \quad I \sim P$

$P = \frac{E}{\Delta t}$

$P \sim J \quad P \sim \frac{1}{S}$



$E_i = k \frac{\Delta q}{x^2}$

$\frac{\Delta q}{q} = \frac{\Delta x}{l}$

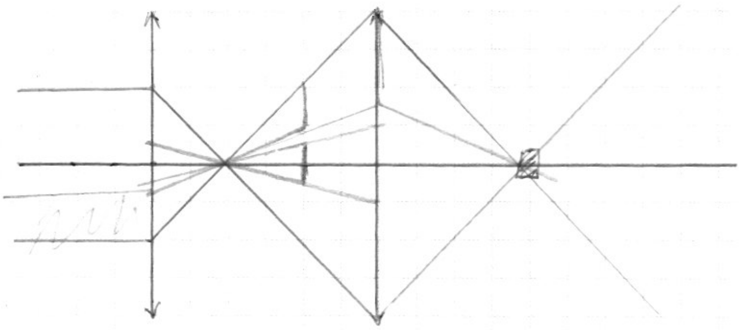
$E_i = k \frac{q}{l} \frac{1}{x^2} \Delta x$

$\sqrt{5} - 2\sin\alpha - 8\cos\alpha + \sin^2\alpha$

$\sum E = k \frac{q}{l} \int_a^l \frac{1}{x^2} \Delta x =$

$= -k \frac{q}{lx} \Big|_a^l =$

$= -k \frac{q}{lx} \Big|_{\frac{l\cos\alpha}{2}}^{\frac{l}{2}} =$



$= -k \frac{2q}{l^2} + k \frac{2q}{l^2\cos\alpha} =$

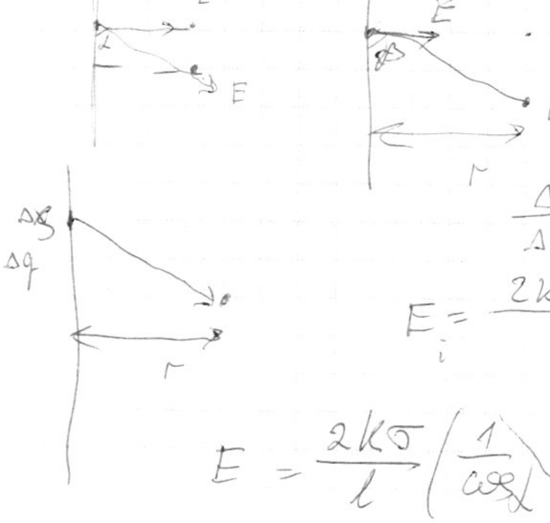
$$= \boxed{\frac{2kq}{l^2}\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right)}$$

$l = AC$

$E = k \frac{q}{r^2} \quad E_k = k \frac{q \sin^2\beta}{r^2} =$

$= E_k = E \sin^2\beta$

$90° \quad 90 \quad 0°$



$\frac{\Delta q}{\Delta S} = \frac{q}{S} \quad \Delta q = \sigma \Delta S$

$E_i = \frac{2k\sigma\Delta S}{l^2}\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right)\sin^2\beta$

$\sin\beta = \frac{r}{x}$

$E = \frac{2k\sigma}{l}\left(\frac{1}{\cos\alpha} - 1\right) \cdot \frac{r^2}{x^2}$

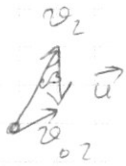
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$.

$\cos\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

$v_{01} = v_1^2 + u^2 + 2v_1 u \cancel{\frac{\sqrt{7}}{4}} \cos\alpha$.

$v_{02} = v_2^2 + u^2 - 2v_2 u \cos\beta$.

$K_1 = K_2 + Q$.

$v_{01} - v_{02} = v_1^2 - v_2^2 + 2u(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)$

Q от 0 до K_1. $Q \in (0; K_1)$.

$\frac{m}{2} v_{01}^2 = \frac{m}{2} v_{02}^2 + Q$.

$\frac{m}{2}\left(v_1^2 - v_2^2 + 2u(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)\right)$

$\frac{80}{4\sqrt{7} + 12\sqrt{3}} = \frac{20}{\sqrt{7} + 3\sqrt{3}}$.

$C_V = \frac{iR}{2} \to i = 5$.

$1000 - 650 = 350$.

$\cancel{\frac{5}{2}\nu R T_1 + \frac{5}{2}\nu R T_2}$

$\begin{array}{r} 83{,}1 \\ \times\ 1{,}5 \\ \hline 415\,5 \\ 831\ \ \\ \hline 124{,}65 \end{array}$

$Q_1 = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) + A_1$ $\quad A_1 > 0;\ A_2 < 0$.

$Q_2 = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T) + A_2$ $\quad A_1 = -A_2$

$Q_1 + Q_2 = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T)$.

$A = F\cdot x = \int \Delta p \cdot S \cdot dx = 0$.

$\cancel{\frac{T_2}{T_1}}$ $\frac{T_1}{T_2}$ $\quad \frac{1}{3}T_1 - \frac{5}{2}T_1 = \frac{2 - 15}{6}T_1 = -\frac{13}{6}T_1$.

$50 \cdot 13 = 650$.

$\frac{V_{01} + V_{02}}{2} = V_{01}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)