Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

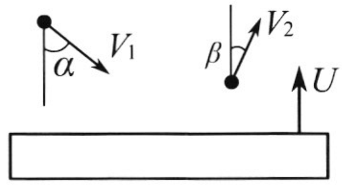
Класс 11

Вариант 11-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 6$ м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



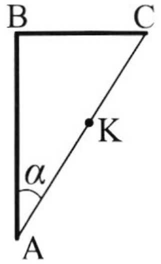
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 = 330$ К, а неона $T_2 = 440$ К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. $R = 8{,}31$ Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

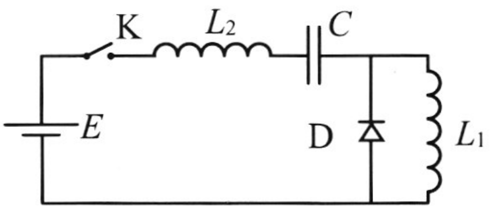
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

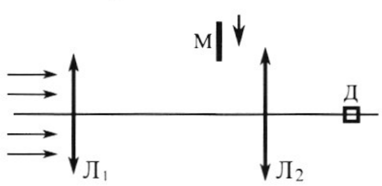
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

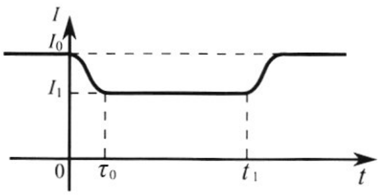
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. 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 $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.





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

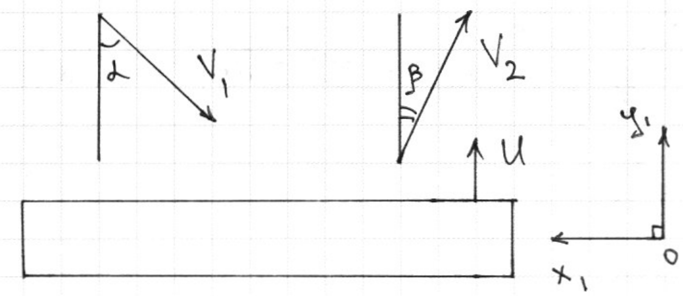
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

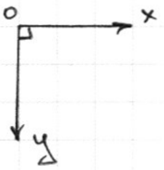
№1.



при ударе о массивную плиту составляющая скорости на ось OX не изменяется, т.о. верно соотношение:

$V_{1x} = V_{2x}$, $V_{1x} = V_1 \sin\alpha$;

$V_{2x} = V_2 \sin\beta$, т.о. получим:



$V_2 \sin\beta = V_1 \sin\alpha \Rightarrow$ $V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} =$

$= 6 м/с \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12 м/с$

Перейдём в систему отсчёта массивной плиты, двигающейся со скоростью u и в проекции на OY_1, т.о. в данной системе отсчёта на ось OY_1 изначально шарик двигается со скоростью

$v_{y1.отн.0} = u + V_1 \cos\alpha$. т.к. плита массивная, то т.к. действием силы тяжести за малое время можно пренебречь, то импульс плиты практически не изменился, т.е. её скорость осталась также u (для ИСО на ось OY_1), т.е. в системе отсчёта массивной плиты шарик не поменял модуль скорости, а поменял только своё направление, т.о. перейдём в ИСО, т.о. $V_2 \cos\beta = v_{y1.отн.0} + u =$

$= 2u + V_1 \cos\alpha$, т.о. $2u = V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow u = \frac{V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha}{2}$, $\cos^2\beta = 1 - \sin^2\beta =$

$= 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9}$, т.е. $\cos\beta = \sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$; $\cos^2\alpha = 1 - \sin^2\alpha =$

$= 1 - \frac{4}{9} = \frac{5}{9}$, т.е. $\cos\alpha = \cancel{\frac{\sqrt{5}}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$, т.о. получим:

$$u = \frac{V_2 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} - V_1 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}}{2} = \frac{\frac{1}{3}\left(2\sqrt{2}V_2 - \sqrt{5}V_1\right)}{2} = \frac{2\sqrt{2}V_2 - \sqrt{5}V_1}{6} =$$

$$= \frac{2\sqrt{2} \cdot 12 м/с - \sqrt{5} \cdot 6 м/с}{6} = \frac{24\sqrt{2} - 6\sqrt{5}}{6} м/с = \cancel{12\sqrt{2} м/с - 3\sqrt{5} м/с}$$

$$= \left(4\sqrt{2} - \sqrt{5}\right) м/с$$

Ответ: $\left(4\sqrt{2} - \sqrt{5}\right) м/с$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

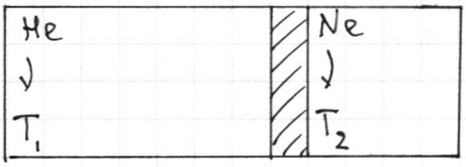
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2.



т.к. сосуд имеет подвижный поршень, двигающийся без трения, то изначально давления в отсеках равны. Обозначим его за p, т.о. согласно уравнению Менделеева-Клапейрона получим:

$$\begin{cases} pV_{He} = \nu R T_1 \\ pV_{Ne} = \nu R T_2 \end{cases} \Leftrightarrow \quad \frac{V_{He}}{V_{Ne}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330\,K}{440\,K} = \frac{3}{4} = 0{,}75$$

т.к. сосуд теплоизолированный, то энергия сохраняется, т.о. по 1^ы^ закону термодинамики

$Q_{общ} = Q_{Ne} + Q_{He} = \Delta U_{Ne} + A_{Ne} + \Delta U_{He} + A_{He}$, т.к. поршень подвижной, то $p_{He} = p_{Ne} = p$, $\Delta V_{He} = -\Delta V_{Ne}$, т.е. $A_{He} = -A_{Ne}$ (т.к. работа гелия над неоном модульно равна работе неона над гелием), т.о. получим

$\cancel{\Delta U}$ $\Delta U_{Ne} + \Delta U_{He} = Q_{общ}$; т.к. сосуд теплоизолированной, то к нему тепло не подводим, т.о. $Q_{общ} = 0$, т.о. $\Delta U_{He} + \Delta U_{Ne} = 0$; $\Delta U_{He} = \frac{3}{2}\nu R(T' - T_1)$;

$\Delta U_{Ne} = \frac{3}{2}\nu R(T' - T_2)$, т.о. $\frac{3}{2}\nu R(T' - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T' - T_2) = 0$

т.е. $T' - T_1 + T' - T_2 = 0$, т.е. $2T' = T_2 + T_1$, т.е. $T' = \frac{T_2 + T_1}{2}$

где T' – конечная установившаяся температура в сосуде, т.о. $T' = \frac{440\,K + 330\,K}{2} = \frac{770\,K}{2} =$

$= 385\,K$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

уравнения Менделеева-Клапейрона для конечного состояния с учётом, что поршень подвижный и двигается без трения, т.е. давления с одной и другой стороны равны p'

$$\begin{cases} p'V'_{He} = \nu RT' \\ p'V'_{Ne} = \nu RT' \end{cases} \Leftrightarrow \frac{V'_{He}}{V'_{Ne}} = \frac{T'}{T'} = 1, \text{ т.е. } V'_{He} = V'_{Ne}, \text{ где}$$

V'_{He}, V'_{Ne} – объёмы гелия и неона в конечном состоянии

Количество теплоты, полученное ~~неоном~~ гелием равно количеству теплоты, отданной ~~гелием~~ неоном

~~Q_{Ne}~~ по 1^{м} з. термодинамики: $Q_{He} = \Delta U_{He} + A_{He}$

$\Delta U_{He} = \frac{3}{2}\nu R(T' - T_1)$; $A_{He} = \sum \Delta A_{He}$, где $\Delta A_{He} = p_{He}\Delta V_{He}$

$p' = \frac{\nu RT'}{V'_{Ne}}$, конечный объём сосуда равен $V'_{He} + V'_{Ne} =$

$= V'_{He} + V'_{He} = 2V'_{He}$, начальный объём сосуда равен

$V_{He} + V_{Ne} = \cancel{\frac{3}{4}V_{He} + V_{He}} = \frac{4}{3}V_{He} + V_{He} = \frac{7}{3}V_{He}$, т.к. ~~поворизации~~ общий объём сосуда не изменился, то

$\frac{7}{3}V_{He} = 2V'_{He} \Rightarrow V'_{He} = \frac{7}{6}V_{He}$. В процессе движения поршня давление гелия возрастает от $p = \frac{\nu RT_1}{V_{He}}$ до

$p' = \frac{\nu RT'}{V'_{He}}$, т.о. $A_{He} = \frac{p+p'}{2}(V'_{He} - V_{He}) =$

$$= \frac{\frac{\nu RT'}{V'_{He}} + \frac{\nu RT_1}{V_{He}}}{2}(V'_{He} - V_{He}) = \frac{\frac{\nu RT'}{\frac{7}{6}V_{He}} + \frac{\nu RT_1}{V_{He}}}{2}\left(\frac{7}{6}V_{He} - V_{He}\right) =$$

$$= \frac{\frac{6\nu RT'}{7V_{He}} + \frac{\nu RT_1}{V_{He}}}{2} \cdot \frac{V_{He}}{6} = \frac{\frac{\nu R}{V_{He}}\left(\frac{6}{7}T' + T_1\right)}{2} \cdot \frac{V_{He}}{6} =$$

$$= \frac{\nu R V_{He}}{V_{He} \cdot 2 \cdot 6}\left(\frac{6}{7}T' + T_1\right) = \frac{\nu R}{12}\left(\frac{6}{7}T' + T_1\right)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

т.о. $Q_{He} = \frac{3}{2}\nu R\left(T' - T_1\right) + \frac{\nu R}{12}\left(\frac{6}{7}T' + T_1\right) =$

$= \nu R\left(\frac{3}{2}T' - \frac{3}{2}T_1 + \frac{T'}{14} + \frac{T_1}{12}\right) = \nu R\left(\frac{21T' + T'}{14} + \frac{T_1 - 18T_1}{12}\right) =$

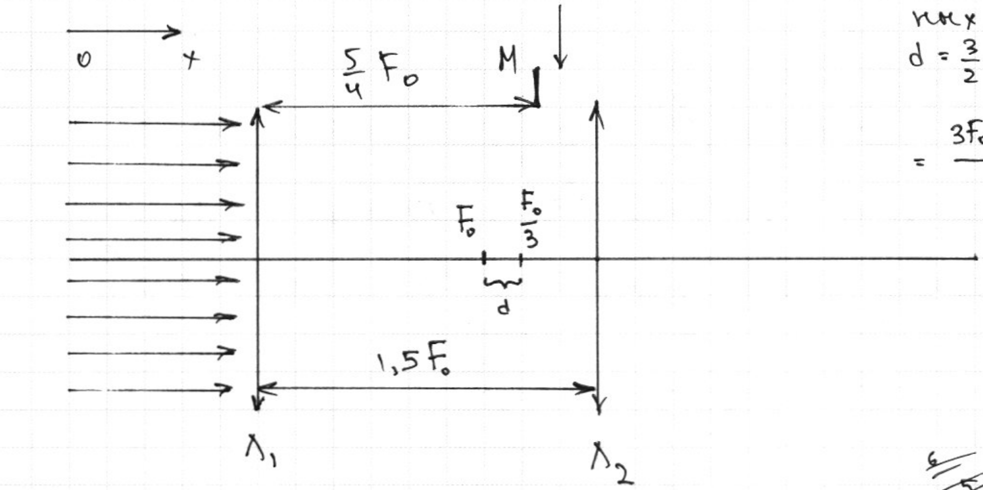
$= \nu R\left(\frac{22}{14}T' - \frac{17}{12}T_1\right) = \frac{6}{25}\cdot 8,31\left(\frac{22}{14}\cdot 385 - \frac{17}{12}\cdot 330\right)$ Дж $=$

$= \frac{6}{25}\cdot 8,31\cdot 402$ Дж ≈ 7968 Дж

Ответ: $\frac{3}{4}$; 385 K; 7968 Дж

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



пусть d - расстояние между фокусами данных линз, т.о.

$$d = \frac{3}{2}F_0 - F_0 - \frac{F_0}{3} = \frac{F_0}{2} - \frac{F_0}{3} = \frac{3F_0 - 2F_0}{6} = \frac{F_0}{6}$$

т.о. фокус $Л_2$ находится на расстоянии $S = F_0 + \frac{F_0}{6} = \frac{7}{6}F_0$ от линзы $Л_1$

$\frac{5}{4}$ и $\frac{7}{6}$

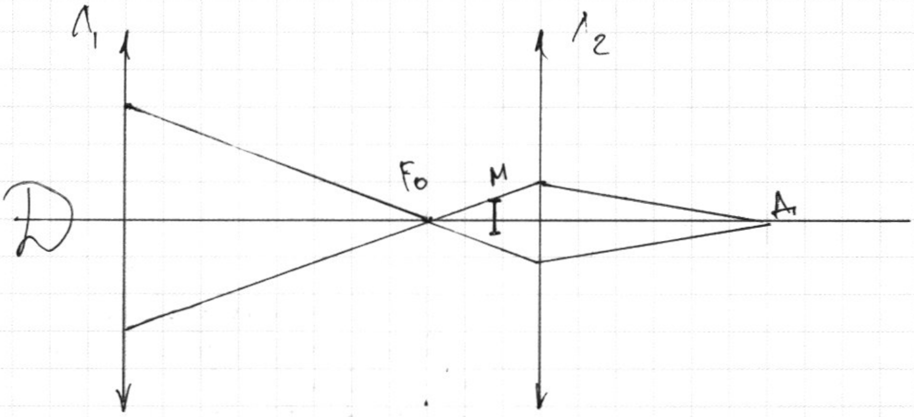
т.е. $\frac{5\cdot 24}{4}$ и $\frac{7\cdot 24}{6}$, т.е. $5\cdot 6$ и $7\cdot 4$, т.е. 30 и 28, т.о. получим, что мишень М будет двигаться за фокусом линзы $Л_2$ считая по оси OX для левой полуплоскости линзы $Л_2$

параллельный пучок, прошедший через собирающую линзу $Л_1$ будет проходить через её фокус F_0. Рассмотрим собирающую линзу $Л_2$, по ф. тонкой линзы имеем:

$\frac{1}{\frac{F_0}{3}} = \frac{1}{S} + \frac{1}{d}$, где $S = 1{,}5F_0 - F_0 = \frac{F_0}{2}$ - расстояние от предмета (в данном случае лучей) до $Л_2$, d - расстояние между $Л_2$ и детектором, т.о. $\frac{1}{\frac{F_0}{3}} = \frac{1}{\frac{F_0}{2}} + \frac{1}{d}$; $\frac{3}{F_0} = \frac{2}{F_0} + \frac{1}{d}$; $\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d}$;

$d = F_0$ - расстояние от $Л_2$ до детектора Д

В моменты, когда I стала равной I_1 интенсивность одинакова, т.к. площадь закрываемая пластинкой от лучей попадающих в линзу одинаковая



уменьшение от I_0 до I_1 происходит в течении некоторого промежутка τ_0

за это время мишень M зайдет полностью в освещаемую лучами область. Пусть радиус мишени r, а радиус освещаемой изначально области R

т.о. $\dfrac{I_0}{I_1} = \dfrac{\pi R^2}{\pi R^2 - \pi r^2} = \dfrac{R^2}{R^2 - r^2} = \dfrac{I_0}{\frac{8}{9} I_0} = \dfrac{9}{8}$

т.о. $8R^2 = 9R^2 - 9r^2$; $9r^2 = R^2 \Rightarrow R = 3r$

т.к. диаметр линз D, то $\dfrac{D}{2R} = \cancel{\dfrac{F_0}{1{,}5F_0 - \ldots}}\ \dfrac{F_0}{\frac{5}{4}F_0 - F_0} = \dfrac{F_0}{\frac{1}{4}F_0}$

$\Rightarrow \dfrac{D}{2R} = 4 \Rightarrow D = 8R = 24r \Rightarrow r = \dfrac{D}{24}$

за время τ_0 мишень прошла расстояние

$2r = 2 \cdot \dfrac{D}{24} = \dfrac{D}{12} = x$ – некоторое пройденное расстояние,

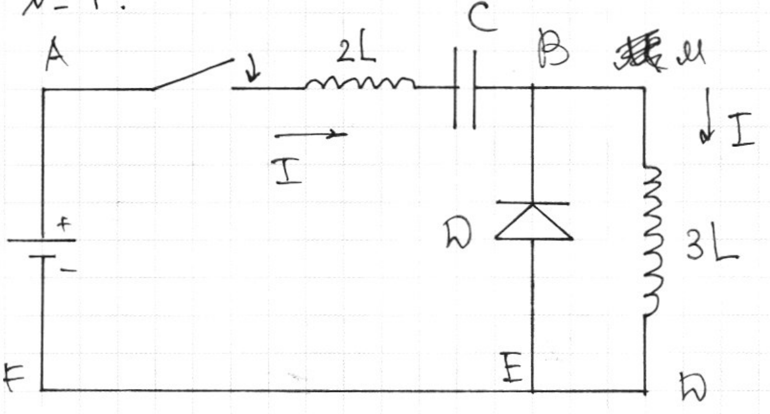
то $V = \dfrac{x}{\tau_0} = \dfrac{D}{12\tau_0}$, $t_1 - \tau_0 = \dfrac{6r - 2r}{V} = \dfrac{4r}{V} =$

$= \dfrac{\frac{D}{6}}{\frac{D}{12\tau_0}} = \dfrac{D}{6} \cdot \dfrac{12\tau_0}{D} = 2\tau_0$, т.о. $t_1 = \tau_0 + 2\tau_0 = 3\tau_0$

Ответ: F_0; $\dfrac{D}{12\tau_0}$; $3\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4.



В момент, когда ток через L_1 максимален, то $\frac{dI_{L1}}{dt}=0$ (экстремум), т.о. $U_{L1}=L_1\frac{dI_{L1}}{dt}=0$

~~т.к. по 2му пр. Кирхгофа~~

В начальный момент времени ток изначально тёк в направлении ABMDFA, т.к. диод идеален, то ток через него в данном случае не течёт т.о. по 2му пр. Кирхгофа: $\mathcal{E}=U_{L2}+U_C+U_{L1}$ ток до замыкания отсутствует, то в момент замыкания ток через катушки мгновенно измениться не может. когда изначально C не заряжен, то $U_C=0$

т.о. $\mathcal{E}=U_{L1}+U_{L2}=3L\frac{dI_{L1}}{dt}+\cancel{3L}\,2L\frac{dI_{L2}}{dt}$

т.к. $I_{L1}=I_{L2}$ ~~в кот~~ (катушки соединены последов.), то

$\mathcal{E}=5L\frac{dI_{L1}}{dt} \Rightarrow \mathcal{E}\,dt=5L\,dI_{L1}$, т.о. для момента максимального тока получаем $\mathcal{E}\tau_{max}=5LI_{01} \Rightarrow$

$\Rightarrow I_{01}=\frac{\mathcal{E}\tau_{max}}{5L}$, $\tau_{max}=2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}\cdot\frac{1}{2}=$

$=\pi\sqrt{5LC}$, т.о. $I_{01}=\frac{\mathcal{E}\pi\sqrt{5LC}}{5L}$

Рассмотрим 1^ю часть колебаний, когда ток идет по катушкам и конденсатору, тогда $\tau_1 = \frac{1}{2} \cdot 2\pi \sqrt{(L_1 + L_2)C} = \frac{1}{2} \cdot 2\pi \sqrt{5LC} = \pi \sqrt{5LC}$, после смены направления тока он пойдет через диод, тогда для 2^ой части колебаний получим: $\tau_2 = \frac{1}{2} \cdot 2\pi \sqrt{L_2 C} = \pi \sqrt{2LC}$, т.о. общий период колебаний $T = \tau_1 + \tau_2 = \pi\left(\sqrt{5LC} + \sqrt{2LC}\right)$

В момент, когда $I_{L2} = max$, то $\frac{dI_{L2}}{dt} = 0$, т.о. $U_{L2} = 0$, т.о. по 2^у правилу Кирхгофа $\mathcal{E} = U_{L2} + U_C$, т.е.

$$\mathcal{E} = 2L\frac{dI_{L2}}{dt} + U_C \qquad \mathcal{E}\Delta q_{ист} = \Delta W_{L1} + \Delta W_{L2} + \Delta W_C$$

$$\mathcal{E}\Delta q_{ист} = \frac{3LI_{01}^2}{2} + \frac{2LI_{01}^2}{2} + \frac{q^2}{2C}; \quad \mathcal{E}\Delta q_{ист} = \frac{5LI_{01}^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$$

$$\Delta q_{ист} = q'_{конд} = CU_C, \text{ т.о. } \mathcal{E}CU_C = \frac{5LI_{01}^2}{2} + \frac{CU_C^2}{2}$$

для I_{02} получим: $\mathcal{E}CU_C' = \frac{2L}{2}I_{02}^2 + \frac{CU_C'^2}{2}$

для I_{01}: $\mathcal{E} = 2L\frac{dI_{L2}}{dt}$, т.о. $\mathcal{E}\tau_{max} = 2LI_{01} \Rightarrow I_{01} = \frac{\mathcal{E}\tau_{max}}{2L}$;

т.к. для данного момента $\tau_{max} = \pi\sqrt{5LC}$, то $I_{01} = \frac{\mathcal{E}\pi\sqrt{5LC}}{2L}$

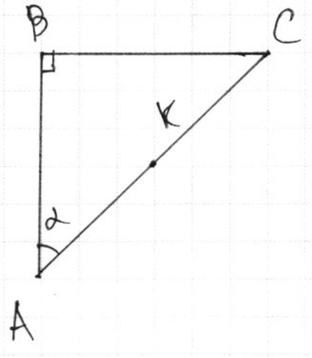
для I_{02}: $\mathcal{E} = 3L\frac{dI_{L1}}{dt} + \frac{q_C}{C}$; $-3L\left(\frac{dI_{L1}}{dt}\right)' = \frac{I_{L1}}{C}$

Ответ: $\pi\left(\sqrt{5LC} + \sqrt{2LC}\right)$; $\frac{\mathcal{E}\pi\sqrt{5LC}}{2L}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

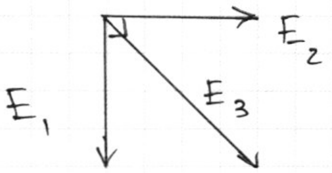


т.к. $\angle B = 90^\circ$, $\alpha = \frac{\pi}{4}$, т.е. $\alpha = 45^\circ$, то $\angle C = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$,

т.е. данное сечение представляет собой равнобедренный прямоугольный треугольник.

напряжённость, создаваемая бесконечной плоскостью равна

$E = \frac{|\sigma|}{2\varepsilon_0}$ – где $|\sigma|$ – модуль поверхностной плотности зарядов. изначально для первого пункта получим $E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = E_2$, где E_1, E_2 – создаваемые поверхностями модули напряжённостей. Для удобства будем считать, что $\sigma > 0$, т.е. напряжённость направлена от поверхности в сторону плоскости ABCK



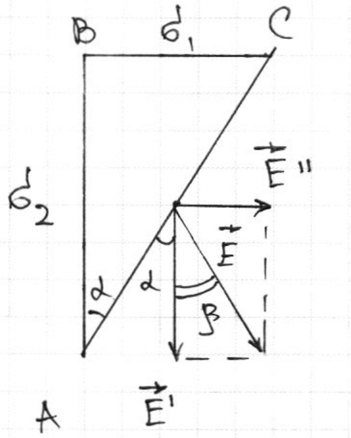
$E_3^2 = 2E_2^2 \Rightarrow E_3 = \sqrt{2}\,E_2$, т.о.

$\frac{E_2}{E_3} = \frac{E_2}{\sqrt{2}E_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$, т.о. $E_3 = \sqrt{2}E_2$, т.е.

напряжённость увеличится в $\sqrt{2}$ раз

причём $\vec{E}_3 \perp \vec{AC}$, $\vec{E}_1 \perp \vec{BC}$

Рассмотрим случай, когда $\sigma_1 = 4\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$, $\alpha = \frac{\pi}{8}$, т.о. получаем новую напряжённость, создаваемую поверхностями AB и BC.



теперь $E' = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{2\sigma}{\varepsilon_0}$

$E'' = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$, т.о. получаем

$E^2 = E''^2 + E'^2$; $E^2 = \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{4\sigma^2}{\varepsilon_0^2} =$

$= \frac{17\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} \Rightarrow E = \frac{\sqrt{17}\sigma}{2\varepsilon_0}$. обозначим угол β

между $\vec{E}'$ и $\vec{E}$, т.о. $\operatorname{tg}\beta = \frac{E''}{E'} = \frac{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}{\frac{2\sigma}{\varepsilon_0}} = \frac{1}{4}$, т.о.

$\beta = \operatorname{arctg}\frac{1}{4}$, т.о. модуль искомой напряжённости

~~направлен под угло~~ равен $\frac{\sqrt{17}}{2}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ под

углом $\frac{\pi}{8} + \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{4}\right)$ к AC

Ответ: σ_2 ; $\frac{\sqrt{17}}{2}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q=0$; $Q = Q_{He} + Q_{Ne}$; $Q_{He} = \Delta U_{He} + A_{He}$

$Q_{Ne} = \Delta U_{Ne} + A_{Ne}$, то $\Delta U_{He} + \Delta U_{Ne} + A_{He} + A_{Ne} = 0$, то

т.к. $A_{He} = -A_{He}$, то $\Delta U_{He} + \Delta U_{Ne} = 0$

$\cancel{\frac{3}{2}\nu R}T' - \cancel{\frac{3}{2}\nu R}T_1 + \cancel{\frac{3}{2}\nu R}T' - \cancel{\frac{3}{2}\nu R}T_2 = 0$; $\cancel{T_1}$

$T' - T_1 + T' - T_2 = 0$; $2T' = T_2 + T_1 \Rightarrow T' = \frac{T_2 + T_1}{2}$

$\cancel{\frac{3}{2}\nu R}T_1 + \cancel{\frac{3}{2}\nu R}T_2 = \cancel{\frac{3}{2}} \cdot 2\cancel{\nu R}T'$

6

$770 : 2 = 385$

$V'_{He} - V_0 = -(V_{Ne} - V_0)$

$V_{He} - V_0 = -V_{Ne} + V_0$

$$\frac{V_{He}}{V_{Ne}} = \frac{3}{4} \Rightarrow 3V_{Ne} = 4V_{He} \Rightarrow V_{He} = \frac{3}{4}V_{He}$$

$dE = \frac{k\,dq}{a^2 ...}$

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{x_1} \Rightarrow x_1 = F_0$

$V_{Ne} = \frac{4}{3}V_{He}$ $\quad \cancel{\frac{F_0}{3}}$ $\quad \frac{3}{F_0} = \frac{1}{d} + \frac{2}{F_0}$

когда ток через катушку L максимален, то

$\frac{dI_L}{dt} = 0$, т.о. $U_L = 0$

$\frac{1}{F_0} + \frac{3}{F_0} = \frac{4}{F_0} = \frac{1}{x} + \frac{1}{d}$, т.о. $\frac{4}{F_0} = \frac{1}{d}$, т.о. $4d = F_0 \Rightarrow d = \frac{F_0}{4}$

$x \Rightarrow \infty$

$\frac{V_{He}}{V_{Ne}} = \frac{3}{4}$ $\quad 4V_{He} = 3V_{Ne} \Rightarrow V_{Ne} = \frac{4}{3}V_{He}$

$p_0 = \frac{\nu R T'_1}{V_{He}}$; $\frac{\frac{\nu RT'_1}{V_{He}} + \frac{\nu RT'}{V'_{He}}}{2}$

$(V'_{He} - V_{He}) = \Delta U$

$E = \boxed{\frac{2kq}{r^2}}$

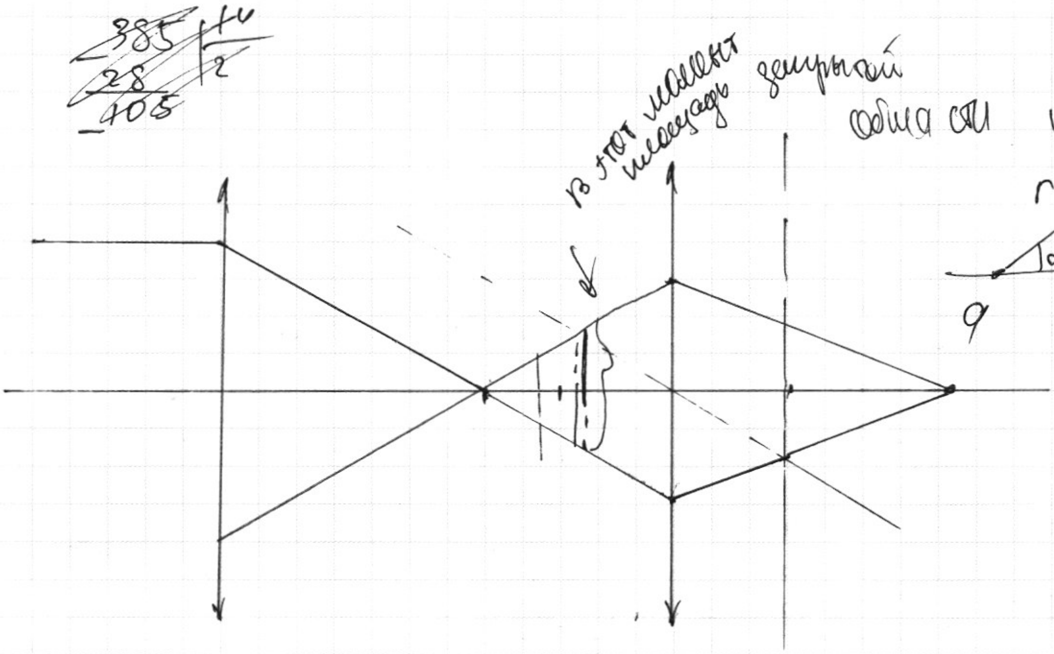
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

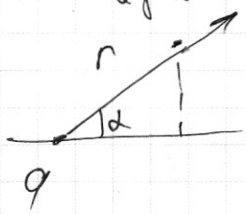
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$\cancel{385 \,|\, 14}$
$\cancel{28}$
$\cancel{105}$



обиаст единственная



$C = \frac{q}{U} \Rightarrow U = \frac{q}{C}$

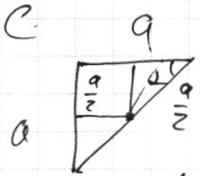
$\cancel{tg\alpha} =$ $\sin\alpha = \frac{q}{2r}$

$\cancel{\sin\alpha} =$

когда $I_{01} = max$, то $\frac{dI_{L1}}{dt} = 0$, т.о. $U_{L1} = 0$

т.о. $\mathcal{E} = U_{L2} + U_C$; $\mathcal{E} = U_{Ld} + \frac{q_C}{C}$

$r = \frac{q}{2\sin\alpha}$



$U_{L2} = L_2 \frac{dI_{L2}}{dt}$

$E = \frac{kq}{r^2}$

$\mathcal{E} = 2L \frac{dI_2}{dt} + \frac{q_C}{C}$

$E = \frac{kq}{4\sin^2\alpha}$

$385 \times 22 = 770 + 770 = 8477$

$8477 \,|\, 14 = 65{,}5$; 84, 77, 70, 70, 70

$330 \times 12 = 660 + 330 = 3960$

$3960 \,|\, 12 = 33$; 36, 36

$467{,}5 - 65{,}5 = 402$

$330 \times 17 = 2310 + 330 = 5610$

$5610 \,|\, 12 = 467{,}5$; 48, 81, 72, 90, 84, 60, 60

$96 \times 8{,}3 = 288 + 768 = 7968$

$402 \,|\, 25 \approx 16$

$16 \times 6 = 96$

$96 \times 8{,}3$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)