Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

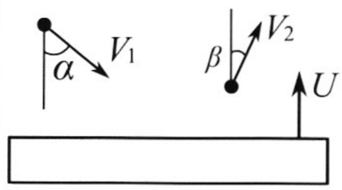
Класс 11

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.



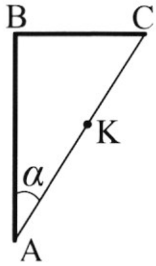
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

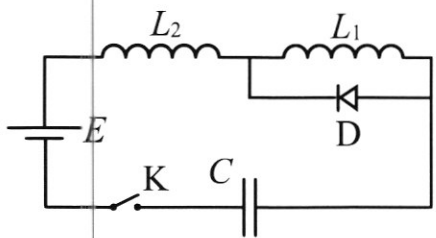
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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

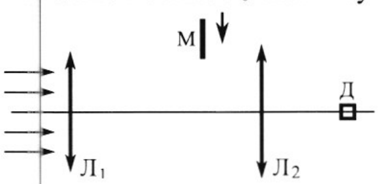
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

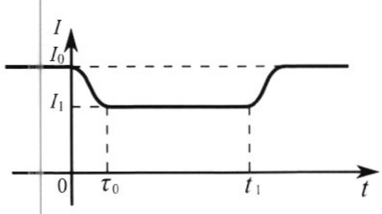
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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

№2

Дано:

$\nu_1 = \nu_2 = \nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_1 = 300K$ (А)

$T_2 = 500K$ (К)

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

$\frac{V_1}{V_2}$ - ?

T - ?

Q_{AK} - ?

Решение:

уравнение состояния идеального газа

$$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 & \text{- для азота} \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 & \text{- для кислорода} \end{cases}$$

поршень изначально покоился $\Rightarrow p_1 = p_2$

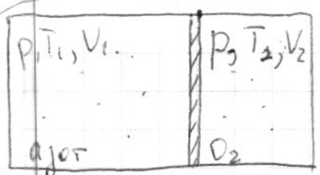
$$\frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}.$$

иначе появлялась бы сила $F = \Delta p \cdot S$, получилось бы ускорение - не медленно

1ое начало термодинамики:

$$\delta Q = \delta A + dU. \; ; dU = C_v \cdot \nu R dT; \delta A = p dV$$

Сосуд теплоизолирован $\Rightarrow$ ~~азот~~ кислород отдает Q_{AK}, ~~кислород~~ азот получает Q_{AK}.



кислород: $-Q_{AK} = A_K + \frac{5}{2}R\nu(T - T_2)$

азот: $+Q_{AK} = A_A + \frac{5}{2}R\nu(T - T_1)$ (+)

Движение поршня медленное $\Rightarrow$ давления успевают выравниваться $\Rightarrow$

$$\delta A_K = p_i \cdot dV \; ; \delta A_A = p_i \cdot (-dV) \quad (\text{т.к. } V_A + V_K = const) \Rightarrow \delta A_K + \delta A_A = 0 \Rightarrow A_A = -A_K$$

$$0 = \frac{5}{2}R(T - T_2 + T - T_1) \; ; \quad T = \frac{T_2 + T_1}{2} \; ; T = 400K$$

~~$\nu \neq \frac{\nu R T}{\nu V}$~~ в конце газы снова в равновесии $\Rightarrow p_1' = p_2' = p \; ; V_1' = V_2' = V$,

где $V = \frac{1}{2}(V_2 + \frac{3}{5}V_2) = \frac{4}{5}V_2 \Rightarrow p \cdot \frac{4}{5}V_2 = \nu R T \Rightarrow p = \frac{5}{4} \cdot \frac{T}{T_2} \cdot p_2 = p_2 = p_1$

$$\Rightarrow A_K = p_2\left(\frac{4}{5}V_2 - V_2\right) = -\frac{1}{5}p_2 V_2 = -\frac{1}{5}\nu R T_2$$

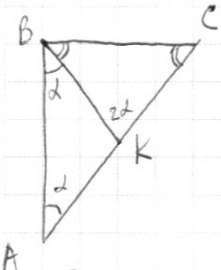
$$-Q_{AK} = -\frac{1}{5}\nu R T_2 + \frac{5}{2}\nu R \cdot \frac{T_1 - T_2}{2}, \quad Q_{AK} = \nu R\left(\frac{T_2}{5} + \frac{5}{4}T_2 - \frac{5}{4}T_1\right)$$

$$Q_{AK} = \frac{\nu R}{20}(29 T_2 - 25 T_1) \; ; \; Q_{AK} = \frac{3 \cdot 8{,}31}{7 \cdot 2\cancel{0}}(29 \cdot 5\cancel{0}\cancel{0} - 25 \cdot 3\cancel{0}\cancel{0}) = \frac{3 \cdot 8{,}31}{\cancel{14}} \cdot 50(29 - 15) =$$

$$= 1246{,}5 \text{ (Дж)}$$

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}$; $T = 400K$; $Q_{AK} = 1246{,}5$ Дж.

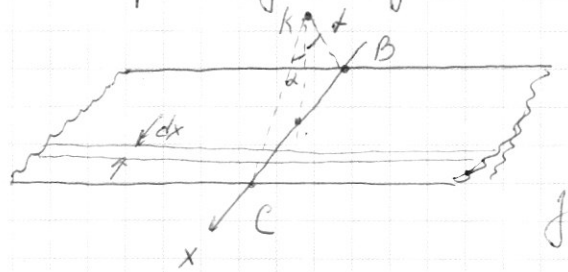
№3



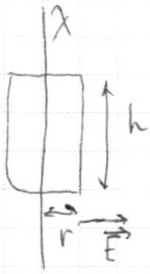
$\angle BKC = 2\alpha$ − внеш. угол при вершине K $\triangle ABK$.

$AK = KC = BK$ − медиана, проведенная к гипотенузе прямоуг. Δка.

1) Рассмотрим взаимодействие K с пластиной BC.



Выделим полосу толщиной $dx \to 0$. Поле от нее эквивалентно полю от беск. равномерно заряженной нити: $dE = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$.

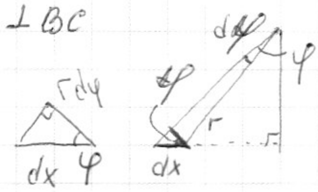


по т. Гаусса: $\frac{\lambda h}{\varepsilon_0} = E \cdot 2\pi r h \Rightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0}$

$\lambda = \sigma dx$ в нашем случае

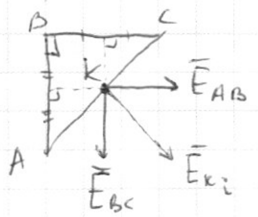
В силу симметрии полная напряженность ~~вертикальна~~ $\perp BC$ $\Rightarrow$ т.к. K лежит на сер.пер. к AB и BC

$E_{BC} = 2\int_0^\alpha dE \cdot \cos\varphi$; $dx = r \cdot d\varphi \cdot \frac{1}{\cos\varphi}$



$$E_{BC} = 2\int_0^\alpha \frac{\sigma \cdot \cos\varphi}{2\pi r \varepsilon_0} \cdot \frac{r\, d\varphi}{\cos\varphi} = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\int_0^\alpha d\varphi = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\pi}{4} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$$

AB видна из K под углом $\pi - 2\alpha = \frac{\pi}{2} = 2\alpha \Rightarrow$ если зарядить с той же σ, $E_{AB} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$.



$\vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB} = \vec{E}_{K_1}$; $|E_{K_1}| = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = E_{BC}\sqrt{2}$ − по т. Пифагора $\Rightarrow \frac{E_{K1}}{E_{BC}} = \sqrt{2}$

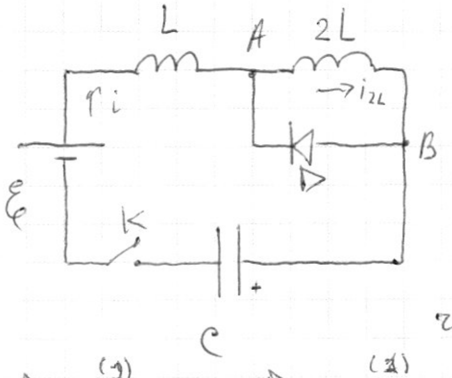
2) Из п. 1: $E_{BC_2} = \frac{2\sigma}{\pi\varepsilon_0}\int_0^\alpha d\alpha = \frac{2\sigma}{7\varepsilon_0}$; $E_{AB_2} = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\int_0^\beta d\beta = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\beta$, где

$\beta = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{7} = \frac{5}{14}\pi \to E_{AB_2} = \frac{5\sigma}{14\varepsilon_0}$. $\vec{E}_{K_2} = \vec{E}_{AB_2} + \vec{E}_{BC_2}$; $E_{K_2} = \sqrt{E_{BC_2}^2 + E_{AB_2}^2}$;

$E_{K_2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{4}{49} + \frac{25}{4 \cdot 49}} = \frac{\sigma}{7\varepsilon_0}\sqrt{16+25} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sigma\sqrt{41}}{14\varepsilon_0}$

Ответ: $\frac{E_{K1}}{E_{BC}} = \sqrt{2}$; $E_{K_2} = \frac{\sigma\sqrt{41}}{14\varepsilon_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



N4

~~В условии ничего не сказано =>~~

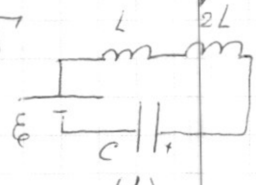
1) Диод идеальный => в напр. AB ток не пропускает (соответствует случаю $i>0$), а в напр. BA ($i<0$) через D течет весь ток. У цепи два режима:

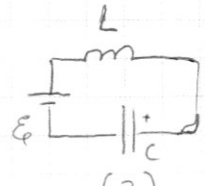
(2) D открыт; (1) D закрыт. точки A и B равноправны, можно их стянуть. по з-ну послед. соединения для катушек индуктивности.

(1): $L_\Sigma = L_1 + L_2 = 3L$; $i_L = i_{2L} = i$; $T_1 = 2\pi\sqrt{L_\Sigma C}$ - ф-ла Томпсона.

$\mathcal{E}$ не влияет на период, а лишь сдвигает положение равновесия.

$T_1 = 2\pi\sqrt{3LC}$. Этот режим длится $t_1 = \frac{T_1}{2} = \pi\sqrt{LC\cdot 3}$





(2) $L_\Sigma = L$; $i_D = i_L = i$; $i_{2L} = 0$. $T_2 = 2\pi\sqrt{LC}$ $t_2 = \pi\sqrt{LC} = \frac{T_2}{2}$

-> $T = t_1 + t_2 = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{3}+1)$

Переключение м/у режимами происходит мгновенно, т.к. это происходит при $i=0$. (через половину сост. периода, т.к. $(\omega\cdot t)_i = \pi \to \sin(\omega t)_i = 0 \to i = 0$ при $t\neq 0$) $T_i = \frac{2\pi}{\omega_i}$

2) I_{M1} происходит во время режима 1. (тк. во время (2) $i_{2L} = 0$)

составим ур-е колебаний: $\mathcal{E} - 3L\cdot\ddot{q} = \frac{q}{C}$; $\ddot{q} + \frac{q}{3LC} = \frac{\mathcal{E}}{3L}$

=> $q_1 = A\cos\omega_1 t + B\sin\omega_1 t + C_0$, где $\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{3LC}}$

$q(0)=0 \Rightarrow A = -C_0$; $C_0 = \mathcal{E}\cdot C$ - равновесный заряд ($C_0 = const$)

$i(0)=0 \Rightarrow B=0 \Rightarrow q_1 = \mathcal{E}C(1-\cos\omega_1 t)$

$i_1 = \dot{q}_1 = \mathcal{E}C\cdot\omega_1\cdot\sin\omega_1 t$; $i_1 = \mathcal{E}C\cdot\frac{1}{\sqrt{3LC}}\cdot\sin\omega_1 t$. $i_1 = i_{max} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{3L}} = I_{1M}$

Прод. на стр 4

№4, прод.

3) найдем макс. ток в режиме (2), сравним его с I_{M1}. Если он окажется больше, то это и есть требуемый I_{M2}. Если нет, то $I_{M1} = I_{M2}$.

Ур-е колебаний: $+\mathcal{E}_e - L\cdot\ddot q = \frac{q}{C_{1+}} \to \ddot q + \frac{1}{LC}q = +\frac{\mathcal{E}_e}{L}$.

$\to$ аналогично п. 2: $q_2 = \mathcal{E}_e C(\cancel{\ldots}\cos\omega_2 t)$, где $\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, т.к. $i_2(0) = 0 \to B_2 = 0$

$q_2(0) = 2\mathcal{E}_e C = A_2 + C_2$, где $C_2 = +\mathcal{E}_e C$ " const

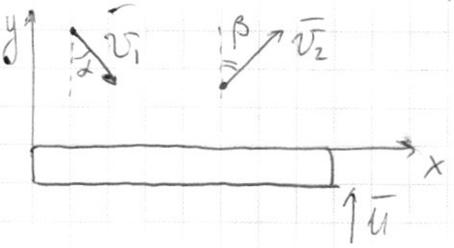
$i_2 = -\mathcal{E}_e C\cdot\frac{1}{\sqrt{LC}}\sin\omega_2 t \Rightarrow i_{2max} = \mathcal{E}_e\cdot\sqrt{\frac{C}{L}} > I_{M1}$

$\to$ нужен модуль, "−" говорит только о направлении.

$\Rightarrow I_{M2} = \mathcal{E}_e\sqrt{\frac{C}{L}}$

Ответ: $T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{3}+1)$; $I_{M1} = \mathcal{E}_e\sqrt{\frac{C}{3L}}$; $I_{M2} = \mathcal{E}_e\sqrt{\frac{C}{L}}$

№1



соударение неупругое $\Rightarrow$ закон сохранения импульса работает, а энергии – нет.

Плита гладкая $\Rightarrow$ горизонтальных сил нет

$\Rightarrow$ по ЗСИ в проекции на OX: $m v_1\cdot\sin\alpha = m v_2\cdot\sin\beta$

$\Rightarrow v_2 = v_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$; $v_2 = v_1\cdot\frac{3\cdot 2}{4\cdot 1} = \frac{3}{2}v_1$; $v_2 = 12$ м/с

перейдем в С.О. плиты. $v_{1y} = -v_1\cos\alpha$ – в абсолютной с.о.

$u_{1y} = +v_{1y} - u = -v_1\cos\alpha - u$; $u_{2y} = -u_{1y}$ – из з-на сохр. импульса (OY)

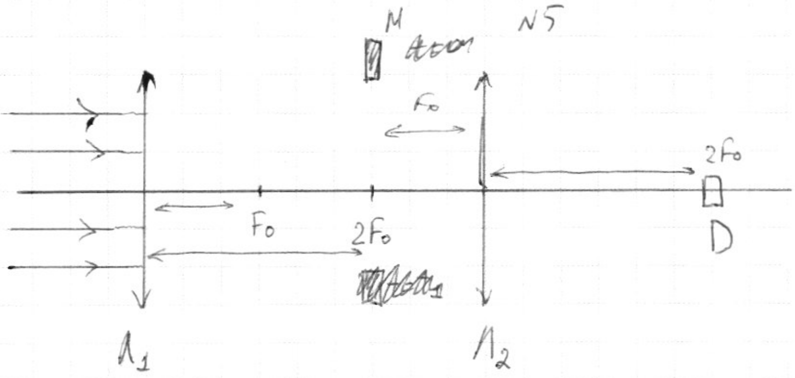
$\Rightarrow v_{2y} = +v_1\cos\alpha + u + u = v_1\cos\alpha + 2u$; $v_{2y} = v_2\cos\beta$ – в абс. с.о.

$v_1\cdot\sqrt{1-\frac{9}{16}} + 2u = v_1\cdot\frac{3}{2}\cdot\sqrt{1-\frac{1}{4}}$; $-v_1\cdot\frac{\sqrt{7}}{4} + v_1\cdot\frac{3}{4}\sqrt{3} = 2u$; $2u = \frac{v_1}{4}(3\sqrt{3}-\sqrt{7})$

$\Rightarrow u = \frac{1}{8}v_1(3\sqrt{3}-\sqrt{7})$; $u = 1\cdot(3\sqrt{3}-\sqrt{7})$ м/с > 0

Ответ: $v_2 = 12$ м/с; $u = 1(3\sqrt{3}-\sqrt{7})$ м/с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$Л_1$ собирает пучок света в фокусе (F_0) в соответствии с формулой тонкой линзы $\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, где d - расстояние до предмета ($d_1 \to \infty$); f - расстояние до изображения.

Для $Л_2$ $d_2 = 3F_0 - F_0 = 2F_0 \to \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{2F_0} = \frac{1}{2F_0}$

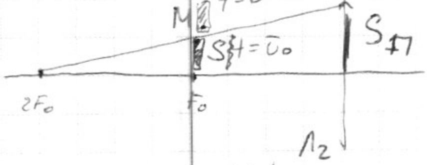
$\Rightarrow f_2 = 2F_0$. Мощность P зависит от того, что придет на $Л_2$.

2) Интенсивность света: $I_c = \frac{dW}{S \cdot dt}$, т.е. энергия, проходящая через площадку S за время dt.

но $\frac{dW}{dt} = P$, т.е. $I_c = \frac{P}{S}$. Ток падает до I_1, потому что мишень M перекрывает часть света, а вместе с ней - и энергии.

I_1 - когда M полностью принимает на себе свет (полностью освещена)

$I_c = const \Rightarrow P \sim S$; $S_0 = \pi \frac{D^2}{4}$; $S_1 = \pi\left(\frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4} \cdot 4\right)$, d - диаметр мишени, $S_M = S \cdot \frac{(2F_0)^2}{F_0^2} = 4S = 4 \cdot \frac{\pi d^2}{4}$.



$\frac{I_1}{I_0} = \frac{S_1}{S_0} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{D^2 - d^2 4}{D^2} \to d = \frac{1}{4}D$.

За τ_0 мишень „заехала" на всю свою длину $\to \tau_0 = \frac{d}{V} \to V = \frac{D}{4\tau_0}$

за t_1 мишень проехала ровно $D/2$ (т.к. ток все еще I_1) $\to t_1 = \frac{D/2}{D/4\tau_0} = \tau_0 \cdot 2$

Ответ: $f_2 = 2F_0$; $V = \frac{D}{4\tau_0}$; $t_1 = \tau_0 \cdot 2$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

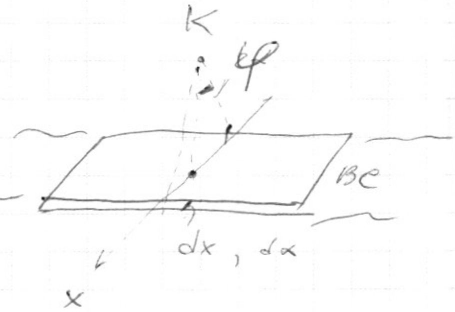
ШИФР

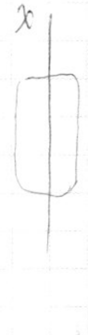
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$8{,}31 \cdot 150 = 41550 + 831 = 1246{,}50$

$83{,}1 \cdot 15 = 4155 + 831 = 1246{,}5$





$\frac{\lambda h}{\varepsilon_0} = E \cdot 2\pi r h$

$E = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0}$

$\lambda = \sigma \cdot dx$

$l\sigma \cdot dx = dq$, $dx = r\,d\varphi$, $r = h/\cos\varphi$, $dE_n = E \cdot \cos\alpha$

$E_\Sigma = 2\int \frac{k\,dq}{r^2} = 2k\int \frac{l\sigma r\,d\varphi}{r^2} = 2k\int \frac{l\sigma \cos\varphi\,d\varphi}{h}$

$-\frac{\mathcal{E}_0}{L} = \ddot{q} + \frac{q}{LC}$

$q(0) = \mathcal{E}C$

$E_\Sigma = 2\int \frac{\sigma\,dx \cdot \cos\varphi}{2\pi\varepsilon_0 r} = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0} \cdot \int \frac{r\,d\varphi \cdot \cos\varphi}{r\cos\varphi} = \frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0} \cdot \sin\varphi \Big|_0^{\frac{\pi}{4}} = \frac{\sigma\sqrt{2}}{4\pi\varepsilon_0}$

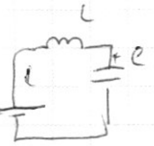
$\mathcal{E}C = A + C$

$q(t) = \mathcal{E}C(2\cos\omega t - 1)$

$-\mathcal{E}_0 - L \cdot \frac{di}{dt} = \frac{q}{C}$, $i = \dot{q}$

$p = \sqrt{2\rho V I}$ $\to \frac{H^2}{м^4} = \frac{кг}{м^3} \cdot \frac{м}{с} \cdot I$

$I = \frac{кг^2 \cdot м^2}{с^4 \cdot м^2} \cdot \frac{с}{кг}$



$I = \frac{W}{St}$

$\frac{кг \cdot м^2}{с^2 \cdot м^2 \cdot с} = \frac{кг}{с^3}$

$6{,}3 \cdot 6{,}3 = 189 + 378 = 39{,}69$

$P = I \cdot S = I \cdot \frac{\pi D^2}{4}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$ $\to V_1' = V_2' = \frac{1}{2}\left(V_2 + \frac{3}{5}V_2\right) = \frac{4}{5}V_2$

$p \cdot \frac{4}{5}V_2 = \nu R T$ $\to$ $\frac{p}{p_2} = \frac{5}{4} \cdot \frac{T}{T_2}$

$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$

$\frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 \cdot \cancel{100}\ 50 = 150 \cdot 8{,}31$ $\leftarrow$

$q(0) = \mathcal{E}C = A + C$

$\frac{\mathcal{E}}{L} = \ddot{q} + \frac{1}{LC}q \to C_2 = \mathcal{E}_0 C$, $\mathcal{E}C = A + C_2$

$i(0) = \omega(A\sin\omega t + B\cos\omega t)$, $A = +2\mathcal{E}_0 C$

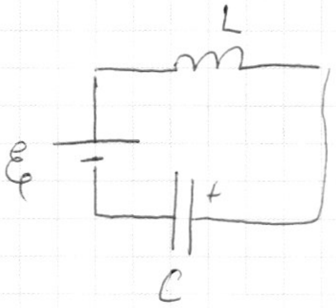
$q(0) = \mathcal{E}_0 C(2\cos\omega t - 1)$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)



$$\mathcal{E} + L\ddot{q} = \frac{q}{C}$$

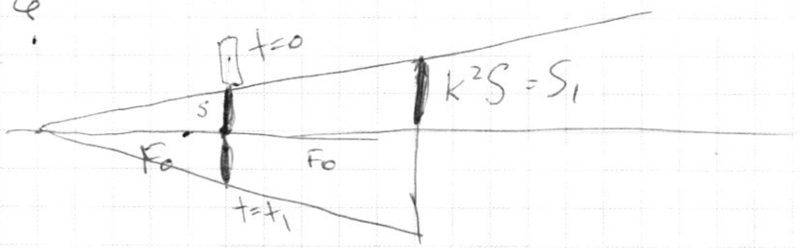
$\dot{q} < 0;$

$$\frac{\mathcal{E}}{L} = \ddot{q} + \frac{q}{LC}\ ; \quad q(0) = 2\mathcal{E}C = A + C_2$$

$$\dot{q}(0) = 0 \rightarrow B = 0$$

$$\ddot{q}(0) = -A\omega^2 \cdot \cos(\omega t)$$

$\ddot{\mathcal{E}}$.



$$S_1 = \pi\frac{D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} \cdot 4$$

$$\frac{S_0 - 4S}{S_0} = \frac{3}{4}\ ; \ 4S_0 - 16S = 3S_0 \rightarrow S = \frac{1}{16}S_0$$

$$d^2 = \frac{1}{16}D^2 \rightarrow \underline{d = \frac{1}{4}D}$$

$$V = \frac{d}{\tau_0} = \frac{D}{4\tau_0}$$

$$t_1 = \frac{D}{2V} = \frac{D \cdot 4\tau_0}{2 \cdot D} = 2\tau_0$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)