Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

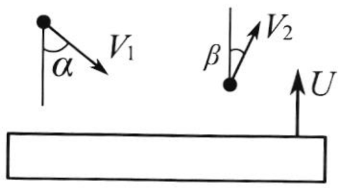
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 18$ 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 $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{3}{5}\right)$ 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.

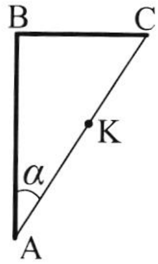
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона $T_1 = 320$ К, а криптона $T_2 = 400$ 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 аргона и криптона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

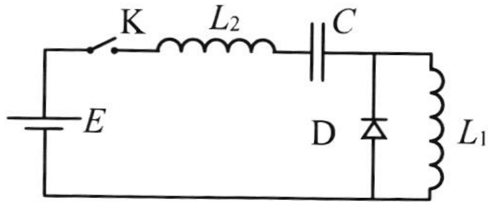
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. 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 $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, 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.

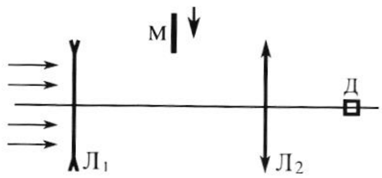


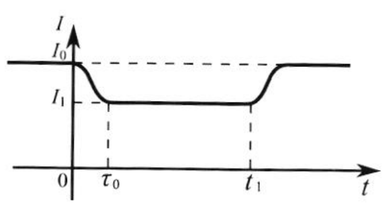
1) Найти период T этих колебаний.

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 $-2F_0$ и F_0, соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. 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 F_0 от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 7I_0/16$.



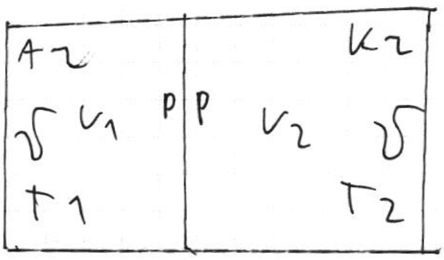


1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.

2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

№2



Kr - криптон.

1/ Так-как ~~спор~~ поршень при постоянной температуре неподвижен, то ~~он~~ и площади соприкосновения его с газами одинаковы, то и давления на поршень p одинаковы. Пусть V_1 - объем нач. аргона, а V_2 - криптона, то по з-ну Менделеева-Клапейрона:

$$pV_1 = \nu RT_1 \; ; \; pV_2 = \nu RT_2 \Rightarrow$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{5} = 0,8$$

2/ Т.к. давления одинаковы (поршень перемещается медленно), то и работы газов противоположны $\Rightarrow$ энергия сохраняется $\Rightarrow$

$$\frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{3}{2}\nu RT_2 = \frac{3}{2}\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT,$$

где T - конечная темпе-

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$A \cos(\ldots)\ 1 \quad = -A + \mathcal{E}C$

-1

$-A\cos(\ldots)\omega^2 = \dot{I} = +A\omega^2$

1

$\mathcal{E} = -A\left(\omega^2 L + \frac{1}{C}\right) + \mathcal{E}$

$\mathcal{E}C$

$\dot{q} = A\sin\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$

$-\int \cos \quad \dot{q} = \frac{A}{\sqrt{CL}}\cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$

$\longrightarrow \ddot{q} - \frac{q}{CL}$

$\mathcal{E} = \frac{q}{C} - \ddot{q}L \quad ; \quad \ddot{q} - \frac{q - \mathcal{E}C}{CL} = 0 \quad A=0$

$0 = -\frac{\dot{q}}{C} - \ddot{q}L \qquad q - \mathcal{E}C = A\cos\left(\frac{t}{\sqrt{CL}} + \varphi\right)$

$\cos\varphi$

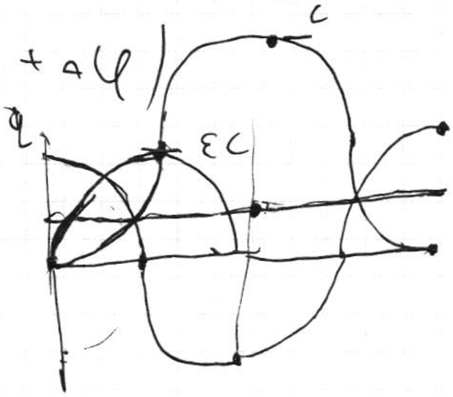
$\ddot{q} - \frac{\dot{q}}{CL} = 0$

$\frac{12}{4\pi}$

$9 \cdot 10^9$

$q = A\cos\varphi + \mathcal{E}C$

$\ddot{q} = -\frac{A\cos\varphi}{LC}$



8,1

$\mathcal{E} = \frac{A}{C}\cos\varphi + \mathcal{E} + \frac{A\cos\varphi}{C}$

$\dot{q} = I\cos\left(\frac{t}{\sqrt{CL}} + \varphi\right) \qquad -\frac{I}{\sqrt{CL}}\cos(\ldots)$

$\times$ 8,31 × 36 = 299,16

$\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} \cdot 80 \cdot 8{,}31 \qquad \frac{3}{4} \cdot + \frac{1}{2}\cdot\frac{3}{5} \cdot 40 \cdot 8{,}31$

☑ 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

ратура $\Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360\,K$

3) $U_{Ar0} = \frac{3}{2}\nu R T_1$; U_{Ar} — нач. энергия аргона

$U_{ArK} = \frac{3}{2}\nu R T = \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{T_1 + T_2}{2}$ — конечная энергия аргона $\Rightarrow$

$\Delta Q = U_{ArK} - U_{ArH} = \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{T_2 - T_1}{2} =$

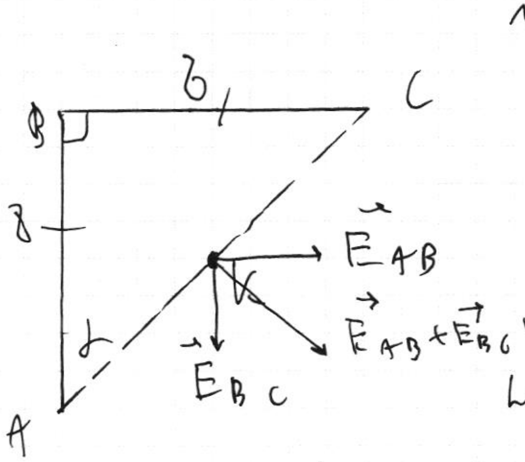
$= 299{,}16$ Дж — искомое кол-во теплоты.

Ответ:

1) $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}8 = \frac{T_1}{T_2}$; 2) $T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360K$

3) $\Delta Q = \frac{3}{2}\nu R \cdot \frac{T_2 - T_1}{2} = 299{,}16$ Дж.

№ 3



1) $\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \triangle ABC$ - равноб $\Rightarrow$ в силу симметрии напряжённости в т. K ~~буд~~, создаваемые AB и BC при равных поверхностных плотностях заряда будут равны $\Rightarrow$

$E_{BC} = E_{AB} = E$, где E_{BC} - напряжённость, создаваемая BC, E_{AB} - AB

т.к. т.K из геометрии симметрична тем концов AB и BC, то $\vec{E}_{BC} \perp BC$; $\vec{E}_{AB} \perp AB$ (все остальные напр. компенсируют друг-друга) $\Rightarrow$

$\vec{E}_{AB} \perp \vec{E}_{BC}$; $\Rightarrow |\vec{E}_{AB}+\vec{E}_{BC}| = \sqrt{2}\, E_{BC} \Rightarrow$

$$\frac{|\vec{E}_{AB}+\vec{E}_{BC}|}{|\vec{E}_{BC}|} = \sqrt{2}$$

2)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

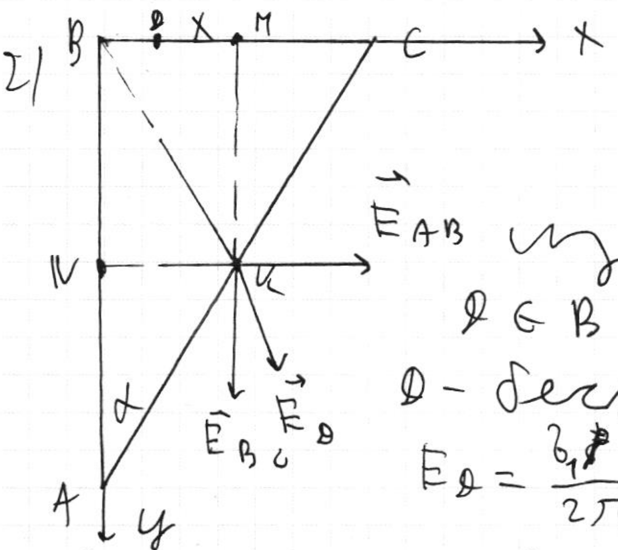
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)



$KN \perp AB \Rightarrow N$ - сер AB

$KM \perp BC \Rightarrow M$ - сер BC

из геометрии.

$D \in BC$; $DM = x$

D - бесконечная нить $\Rightarrow$ dx - толщина нити $\to 0$

$E_D = \frac{\gamma_1 dx}{2\pi r \varepsilon_0}$ (это из з-на Гаусса - электроградиент) $\left(2\pi r l E_D = \frac{\gamma dx l}{\varepsilon_0}\right)$

Однако проекции всех т. на Ox компенсируют друг-друга $\Rightarrow$ имеет смысл расс. только пр. на Oy.

~~$r - D$~~ $r = DK$; $r = \sqrt{MK^2 + x^2}$ из геом.

$$E_{Dy} = \frac{MK}{r} \cdot E_D$$

$$E_{ABC} = \int_{-BM}^{BM} E_{Dy}$$ - напр. в K от BC (аналог. п.1 $\vec{E}_{BC} \perp BC$)

$$E_{BC} = \int_{-BM}^{BM} \frac{\gamma_1 dx \cdot MK}{2\pi r^2 \varepsilon_0} = \frac{\gamma_1 MK}{2\pi \varepsilon_0} \int_{-BM}^{BM} \frac{dx}{MK^2 + x^2} =$$

$$= \frac{\gamma_1 \cancel{MK}}{\pi \varepsilon_0} \operatorname{arctg}\left(\frac{BM}{MK}\right) = \frac{\gamma_1}{\pi \varepsilon_0} \operatorname{arctg}(\operatorname{tg}\alpha) =$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

$$= \frac{\gamma_1 \alpha}{\pi \varepsilon_0}$$

Аналогично

$\vec{E}_{AB} \perp AB$; $E_{AB} = \frac{\gamma_2 (\frac{\pi}{2} - \alpha)}{\pi \varepsilon_0}$

$\frac{\pi}{2} - \alpha$, т.к. в этом сл. мы расс.

$\frac{BN}{KN}$ $\left(\operatorname{arctg}\left(\frac{BN}{KN}\right) = \operatorname{arctg}\left(\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)\right)\right)$

В итоге

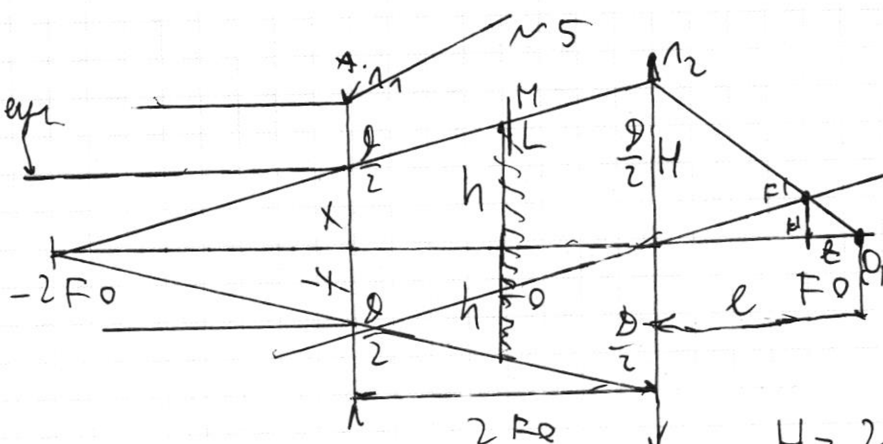
$$E^2 = E_{AB}^2 + E_{BC}^2 = \frac{\gamma^2}{\pi^2 \varepsilon_0^2} \left(\frac{\pi^2}{81} + \frac{\cancel{49}\,\pi^2}{\cancel{64}\cdot 9^2} \cdot \frac{\cancel{4}}{\cancel{49}} \right) =$$

$$= \frac{2\gamma^2}{81 \varepsilon_0^2} \Rightarrow E = \frac{\sqrt{2}\,\gamma}{9 \varepsilon_0}$$ — напряжённость в т. K (искомая)

Ответ: 1) $\frac{|\vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}|}{|\vec{E}_{BC}|} = \sqrt{2}$

2) $E = \frac{\sqrt{2}\,\gamma}{9 \varepsilon_0}$

№5



1) Построим луч, проходящий на расст. x от ГОО:

$H = 2x$ из подобия.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$F' = \frac{F_0}{F'} = \frac{2F_0}{x}$, где F' - высота побочного фокуса $\Rightarrow F' = \frac{x}{2}$ из подобия $\Rightarrow$ из геометрии $l = \frac{4}{3}F_0$ - искомое расстояние.

2) Из П1 очевидно, что в $Л_2$ попадают лучи с $|x| \leq \frac{D}{2}$ (иначе $h = 2x > D$) $\Rightarrow$ $h_{max} = 1{,}5 \cdot \frac{D}{2}$ - макс. расстояние от ГОО до линзы, чтобы она перекрывала лучи (попадающие в $Л_2$) $\Rightarrow$

$\frac{2h - L}{2h_{max}} = \frac{I_1}{I_0}$, т.к. по усл. $I \sim$ мощности падающего света $\sim$ кол-ву лучей $\sim$ площади $\sim$ длине $\Rightarrow$ $\cancel{L} = 2h - L = \cancel{8}\frac{7}{16}h_{max} \Rightarrow L = \frac{9}{8}h_{max} = \frac{27D}{64}$ - длина линзы.

Т.к. от начала уменьшения силы тока, то от ~~его~~ силабилизации его (тока) проходит время τ_0, что линзы за это время полностью въезжает в заштрихованную область => $v\tau_0 = L = \frac{27D}{64}$ =>

$v = \frac{27D}{64\tau_0}$ — скорость линзы.

3) Т.к. линза полностью находится в $\boxed{III}$ области $t_1 - \tau_0$, что она проходит за это время расстояние $D - L$ =>

$D - L = v(t_1 - \tau_0)$

$\frac{37D}{64} = \frac{27D}{64\tau_0}(t_1 - \tau_0) \Rightarrow t_1 = \frac{37}{27}\tau_0 + \tau_0 =$

$= \frac{64}{27}\tau_0$

Ответ:

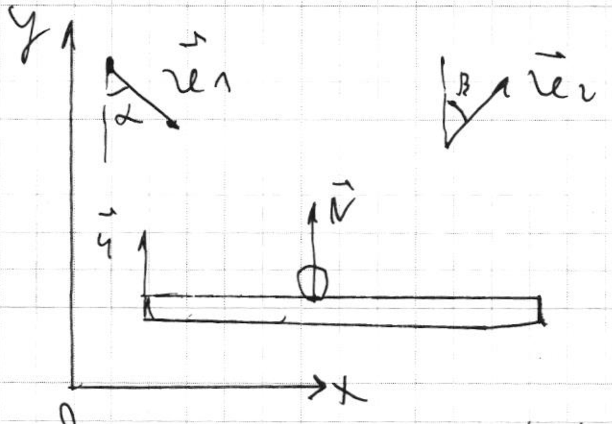
1) $e = \frac{4}{3}F_0$

2) $v = \frac{27D}{64\tau_0}$

3) $t_1 = \frac{64}{27}\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



1) Т.к. сила $\vec N$ – сила реакции опоры направлена ⊥ плите, то вдоль Ox на шарик не оказывается воздействия => $v_{1x} = v_{2x}$ – проекции

$v_{1x} = v_1 \sin\alpha$ => $v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = 20$ м/с

$v_{2x} = v_2 \sin\beta$

2) Перейдём в систему отсчёта, связанную с плитой

Закон сложений скоростей:

$\vec v_1' + \vec u = \vec v_1$, где v_1' – скорость v_1 в новой СО

Аналогично $\vec v_2' + \vec u = \vec v_2$,

Т.к. плита массивна и её скорость не изменится после удара.

Шарик 2 оторвался от плиты => $v'_{2y} > 0$ =>

$v''_{2y} = v_{2y} - u = v_2 \cos\beta - u$ =>

$u < v_2 \cos\beta$; $\cos\beta = \frac{4}{5}$ из осн. тр. т-ва (т.к. $0 < \beta < 90°$)

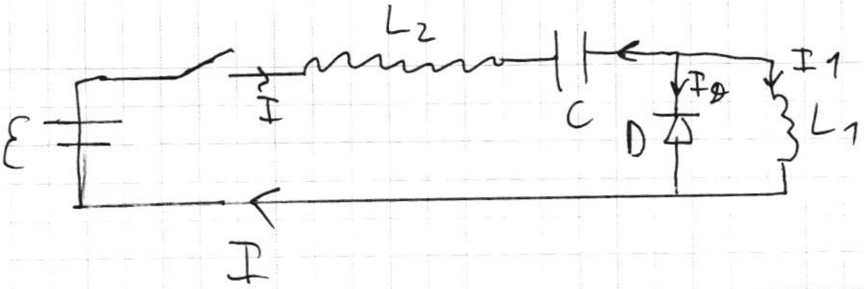
$u < 16 \frac{м}{с}$

(Очевидно, что по усл. $u \geq 0$)

Ответ: 1) $v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = 20 м/с$

2) $0 \leq u < \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} \cos\beta$; $0 \leq u < 16 м/с$

№4



1) Рассмотрим 2 случая:

$\dot{I} > 0$ и $\dot{I} < 0$

а) $\dot{I} > 0$ => $I_D > 0$ => $I_D = 0$ => $I_1 = I$ по з-ну сохранения заряда.

$\mathcal{E} = -\dot{I} L_2 + \frac{q}{c} - \dot{I} L_1$

продифференцируем:

$0 = -\ddot{I}(L_2 + L_1) + \frac{I}{c}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\ddot{I} - \frac{I}{(L_1+L_2)C} = 0$ - колебательное ур-е =>

$\omega^2 = \frac{1}{(L_1+L_2)C}$ =>

$I*(t) = I_0 \sin\left(\frac{t}{\sqrt{C(L_1+L_2)}} + \Delta\varphi\right)$, где $\Delta\varphi$ - фаза

I_0 - амплитуда.

~~$\sin t$ - т.к.~~ ~~тогда~~ ~~$\dot{I} = \frac{I_0}{\sqrt{C(L_1+L_2)}} \cos\left(\frac{t}{\sqrt{C(L_1+L_2)}}\right)$ =>~~

~~$\dot{I} = max$, при $q = min$, т.е. при $t=0$~~

$I(t) > 0$, $\frac{t}{\sqrt{C(L_1+L_2)}} \in [2\pi n - \Delta\varphi; 2\pi n + \pi - \Delta\varphi]$, $n \in \mathbb{Z}$

~~$t \in [2\pi n\sqrt{C(L_1}$~~ => в рамках одного периода $t \in [0 - \Delta\varphi; \pi\sqrt{C(L_1+L_2)} - \Delta\varphi]$

б) $I < 0$

в этом случае ~~диод~~ открывается диод => $U_{L_1} = 0$, т.к. катушка замкнута накоротко => $\mathcal{E} = -\dot{I}L_2 + \frac{q}{C}$

Действуя аналог. п. а

$I(t) = I_1 \sin\left(\frac{t}{\sqrt{CL_2}} - \Delta\varphi_2\right)$ ~~(сила тока~~ $\Delta\varphi_2$ - фаза

I_1 - амплитуда.

$I(t) < 0 \Rightarrow$ в рамках одного периода $t \in [\pi\sqrt{CL_2} - \Delta\varphi_2;\ 2\pi\sqrt{CL_2} - \Delta\varphi_2]$

В итоге

$T_1 = \pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$ - часть периода $I \geq 0$

$T_2 = \pi\sqrt{L_2 C}$ - часть периода $I < 0$

$T = T_1 + T_2 = \pi\sqrt{C}\left(\sqrt{L_1+L_2} + \sqrt{L_2}\right) =$

$= \pi\sqrt{CL}\,(3+2) = 5\pi\sqrt{CL}$

~~$t_{max} I$ -- $\mathcal{E}$~~ $\max \dot{I} = \frac{I_0}{\sqrt{C(L_1+L_2)}} \cdot \cos\left(\frac{t}{\sqrt{C(L_1+L_2)}}\right) =$

$= \frac{I_1}{\sqrt{L_2 C}} \cos\left(\frac{t}{\sqrt{CL_2}}\right)$ ~~в t при $t=0$~~

~~(замечание $t=0$ в принципе можно включить в $I<0$, как $I \leq 0$, не нарушая логики) получить $t_{max} \dot{I} = X$, что $\mathcal{E} = (L_1+L_2)$~~

2) Рассмотрим энергию в момент $t=0$; $q=0 \Rightarrow$

$0 = \frac{I^2(L_1+L_2)}{2} = 0 \Rightarrow I(0) = 0 \Rightarrow \sin\Delta\varphi = 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\Rightarrow \Delta\varphi = \left[\begin{matrix}0\\ \pi\end{matrix}\right.$ где φ_1 т.к. иначе $\dot I < 0 ; \Rightarrow \mathcal{E} < 0$

$\Rightarrow I(t) = I_0 \sin\left(\frac{t}{\sqrt{C(L_1+L_2)}} + \pi\right) =$

$= -I_0 \sin\left(\frac{t}{\sqrt{C(L_1+L_2)}}\right) \Rightarrow$

$\dot I = -\frac{I_0}{\sqrt{C(L_1+L_2)}} \cos\left(\frac{t}{\sqrt{C(L_1+L_2)}}\right) \Rightarrow$

$\mathcal{E} = \sqrt{\frac{L_1+L_2}{C}}\, I_0$ - при $t=0$, т.к. $q=0$

$I_0 = \frac{\mathcal{E}\sqrt{C}}{\sqrt{L_1+L_2}} =$ $I_{01} = \frac{\mathcal{E}\sqrt{C}}{3\sqrt{L}}$ (в др. напр. ток всегда $=0$)

3) Аналог. $I_1 = \frac{\mathcal{E}\sqrt{C}}{\sqrt{L_2}} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} > I_0 \Rightarrow$

$I_{02} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

Ответ: 1) ~~$T = 5\pi\sqrt{CL}$~~ $T = 5\pi\sqrt{CL}$

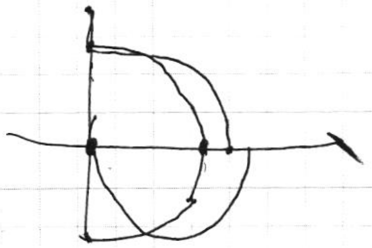
2) $I_{01} = \frac{\mathcal{E}\sqrt{C}}{3\sqrt{L}}$; 3) $I_{02} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

$\cancel{k} I_0 \overset{0{,}5}{\cancel{\sin}} A \Delta\varphi (L_1 + L_2) = \varepsilon_0$

$\dfrac{I^2 (L_1 + L_2)}{2} = 0 \quad I = 0$

1
$\cancel{2}$
3 смеh
4
5?

$\vartheta = \varkappa \dfrac{27\vartheta}{64\varepsilon_0} \cdot t_1$



$\dfrac{3}{2} \cdot \nu R \dfrac{3}{\cancel{5}} \cdot 8{,}31 \cdot \cancel{40}$

$$\begin{array}{r} 8{,}31 \\ \times\ 36 \\ \hline 108 \\ 288 \\ \hline 299{,}16 \end{array}$$

$\dfrac{3\vartheta}{8}$

$7 \cdot \dfrac{3\vartheta}{\cancel{8}4} =$ $2\pi r q E = \dfrac{\cancel{R}\, \gamma\, dx \cdot a}{\varepsilon_0}$

$\dfrac{27}{64}$

$\dfrac{1}{2} - \dfrac{1}{9} = \dfrac{9-2}{18}$

$= \dfrac{3\vartheta}{4} \cdot 16 - L \cdot 16$

$E = \dfrac{\gamma\, dx}{2\pi r \varepsilon_0}$

$\dfrac{\gamma^2 \pi^2}{\pi^2 \varepsilon_0^2} \left(\dfrac{1}{81} + \dfrac{\cancel{4}}{\cancel{49}} \cdot \dfrac{x^2}{2\gamma^2 9} \right) = \dfrac{2\gamma^2 \cancel{\pi^2}}{81 \varepsilon_0^2}$

$\dfrac{2\cancel{x}}{l} = \dfrac{\frac{x}{2}}{-F_0 + l}$

$-2F_0 + 2l = \dfrac{l}{2}$

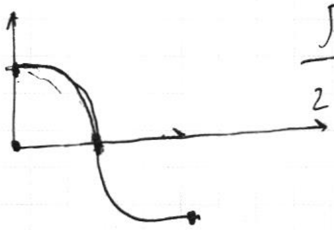
$+l = \dfrac{2F_0}{1{,}5} = \dfrac{4F_0}{3}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$\ddot{q} - \dfrac{(q-\mathcal{E}C)}{C(L_1+L_2)} = 0 \qquad \dot{x}+\dot{q} \geqslant 0_a \qquad \mathcal{E}C$

$\dfrac{p}{2\pi r \varepsilon_0} \qquad r(x) \qquad -\cos(\ldots) + \mathcal{E}C$



γ

$p = \dfrac{d\frac{q}{l}\gamma}{dx} \qquad \displaystyle\int_{-b}^{b} \dfrac{p}{2\pi r \varepsilon_0} \dfrac{a}{r}\, dx = \dfrac{2\gamma}{7}$

$l \cdot 2b\gamma = \displaystyle\int_0^{2b} pl\, dx$

$\cancel{2b\gamma l} = \cancel{2b}\, p\, e^{\frac{2b}{ax}} = \displaystyle\int_{-b}^{b} \dfrac{2p\gamma a\, dx}{2\pi\varepsilon_0 (x^2+a^2)} + \int_{-a}^{a} \dfrac{\gamma b\, dx}{2\pi\varepsilon_0 (x^2+b^2)}$

$p = \gamma\, dx$

$dp = \gamma\, dx \qquad \dfrac{q^2}{2C} + \dfrac{I^2 L}{\cdot} = \mathcal{E}q \qquad \dfrac{a}{x}$

$\dfrac{\pi}{9}? \quad \dfrac{1}{3} \quad \dfrac{\pi}{3} \qquad \dfrac{\pi}{2} - \dfrac{\pi}{9} = \qquad \dfrac{ax}{b}$

$\gamma \quad \dfrac{dq}{dx} \quad 3t^2 - 4t \quad (1-\sin^2\alpha) \quad \dfrac{7\pi}{18} \qquad \dfrac{b^2}{ax} \qquad \dfrac{b^2}{a^2}\displaystyle\int \dfrac{dx}{x^2+b^2}$

$2\sin\alpha \cos\alpha \; \cancel{\sin\alpha} + \qquad b\,\dfrac{1}{b^2}$

$+ \; (\cancel{1-\sin^2\alpha} \; \cos^2\alpha - \sin^2\alpha)\sin\alpha$

$(1 - 2\sin^2\alpha) \qquad x^2+1$

$\dfrac{\pi}{3} \qquad 3\sin\alpha - 4\sin^3\alpha$

$\dfrac{18 \cdot 10}{9} \qquad \dfrac{\sqrt{3}}{2} = 3t - 4t^3 \qquad x - \dfrac{q-\mathcal{E}C}{\ldots}\,\dfrac{\pi}{9} \qquad 3{,}14 \,|\, \dfrac{9}{0{,}35} \qquad \dfrac{22}{44}$

$3\dfrac{\sqrt{3}}{2} - \dfrac{3\sqrt{3}}{2} \qquad \dfrac{4}{49} < 0{,}1 \qquad \dfrac{9}{8} \cdot \dfrac{1}{4} \cdot 1{,}5 = \dfrac{27}{64}$

$2\,\mathrm{arctg}\left(\dfrac{a}{b}\right) \qquad \dfrac{1}{b}\, b \displaystyle\int \dfrac{d\left(\frac{x}{b}\right)}{\left(\frac{x}{b}\right)+1} \qquad =$

$2\,\mathrm{arctg}\left(\dfrac{b}{a}\right) \qquad 64$

$= \mathrm{arctg}\left(\dfrac{x}{b}\right) \qquad \dfrac{27}{37}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(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

$72\frac{6 \cdot 5}{3} = 20$

$2\pi r l E = \frac{\varkappa p}{\varepsilon_0}$

$U < \frac{20 \cdot 4}{15} = 76$

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

4 $I_1 = I_2 = I$; $I_2 = I_C$

$\mathcal{E} = -\dot{I}L_2 + \frac{q}{C} - \dot{I}_1 L_1$ $I > 0$

$I < 0$

$\mathcal{E} = -\dot{I}L_2 + \frac{q}{C}$

$pl\frac{BC}{4x} = \frac{p}{4x} = b$

$p = a + b$

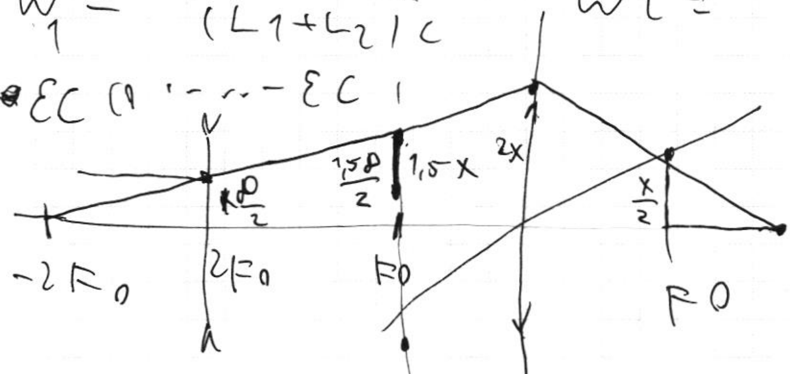
$\ddot{q}(L_1 + L_2) - \frac{q}{C} + \mathcal{E} = 0$

$\ddot{q}(L_1 + L_2) - \frac{(q - \mathcal{E}C)}{C} = 0$ $(q - \mathcal{E}C)$

40° 20°

$\omega_1 = \frac{1}{(L_1 + L_2)C}$ $\omega_2 = \frac{1}{L_2 C}$ $q_0 = \mathcal{E}C$

$q = \mathcal{E}C(1 - \dots - \mathcal{E}C)$



$\frac{1,5x}{F_0} = \frac{2x}{r}$

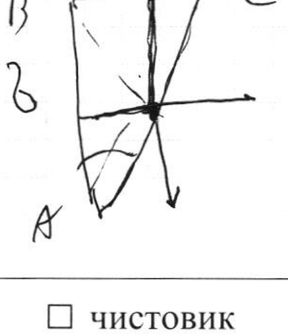
$r = \frac{2}{1,5}F_0 = \frac{4}{3}F_0$

$\sin\frac{\pi}{9} \approx \tg\frac{\pi}{9} \approx \frac{\pi}{9}$

$3,14 : 9 = 0,35$

$\frac{3}{2}\nu R(T_1 + T_2) = \frac{3}{2}\nu R(T + T)$

$281 : 7 = 40,2$



☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)