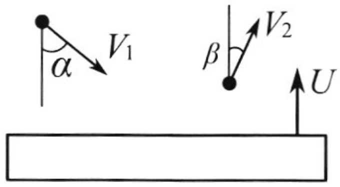
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.

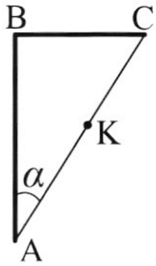
Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

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.

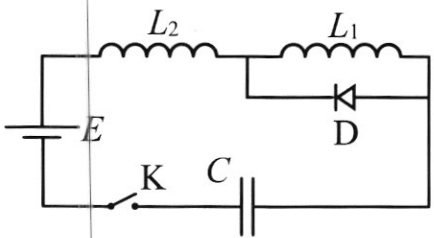
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?



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.



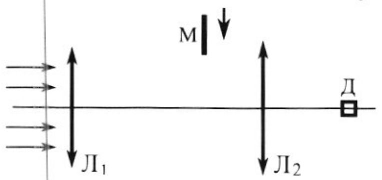
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.

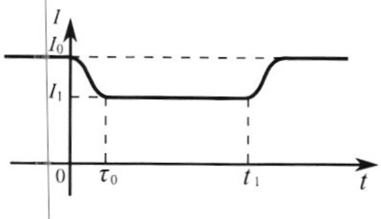
1) Найти период T этих колебаний.

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.

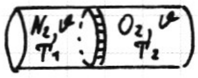
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 Дано:
$\nu = 3/7$ моль;
$T_1 = 300K$;
$T_2 = 500K$;
$C_V = \frac{5}{2}R$;
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$;

$\frac{V_1}{V_2}$ – ? T – ? Q – ?



1) В нач. момент времени до выравнивания температур поршень находится в равновесии, т.е. $p_1 = p_2$;

2) Урав-ие Менделеева-Клапейрона: $p_1V_1 = \nu R T_1$, $p_2V_2 = \nu R T_2$ $\div$

$\frac{p_1}{p_2} \cdot \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Leftrightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$;

3) Поскольку система теплоизолирована, то $Q_1 + Q_2 = 0$, где Q_1 и Q_2 – подвед. к газам теплота, а т.к. поршень движется медленно, то процесс можно считать изобарным, т.е. $p_1 = p_2 = p = const$;

$Q_1 = A_1 + \Delta U_1$; $A_1 = p \cdot \Delta V_1$, $\Delta U_1 = \frac{5}{2}\nu R \Delta T_1$, причём из урав-ия ид. газа следует, что $\nu R \Delta T_1 = p\Delta V_1 \Rightarrow A_1 = \nu R \Delta T_1 \Rightarrow Q_1 = \frac{7}{2}\nu R \Delta T_1 = \frac{7}{2}\nu R(T - T_1)$

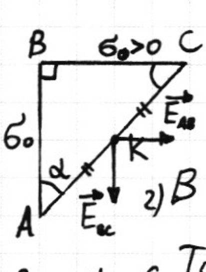
Аналогично $Q_2 = \frac{7}{2}\nu R(T - T_2) \Rightarrow ((T - T_1) + (T - T_2))\frac{7}{2}\nu R = 0 \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2}$;
в конце темп. выравнялись и стали равными T
(коэф. "$\frac{5}{2}$" в выраж. ΔU следует из величины C_V для газов).

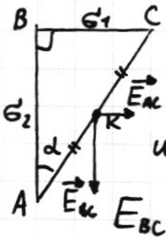
4) Q_1 – кол-во теплоты, подвед. к азоту от кислорода, т.е. $Q = Q_1 = \frac{7}{2}\nu R(T - T_1)$

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$; $T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400K$; $Q = \frac{7}{2}\nu R(T - T_1) = 1246{,}5$ Дж;

№3 Дано:
а) $\alpha = \frac{\pi}{4}$;
б) $\alpha = \frac{\pi}{7}$;
$\sigma_1 = 2\sigma_2$;
$\sigma_2 = \sigma$;

$\frac{E_2}{E_1}$ – ?





1) ~~Напряж. поля бесконеч. равнозар. плоскости: $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$~~ (знак σ_0 не важен);
Они равны, т.к. $AB = BC$ и K – центр AC;
Если зарядить и пластину AC с такой же σ_0, то $E_{BC} = E_{AC} = E$;

2) В начале: $\vec{E}_1 = \vec{E}_{BC}$, $|\vec{E}_1| = E$; в конце: $\vec{E}_2 = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$, $|\vec{E}_2| = \sqrt{2} \cdot E$;

Тогда $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$, т.е. напряж. увеличится в $\sqrt{2}$ раз;

3) ~~Заметим, что для бесконечной плоскости (вроде как) не имеет знач. расстояние от K до плоскости, тогда по формуле: $E_{BC} = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}$, $E_{AC} = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}$; $\vec{E}_K = \vec{E}_{AC} + \vec{E}_{BC} \Rightarrow E_K = \sqrt{E_{AC}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$~~

ε_0 – эл. постоянная;

3) Т. к. точка K расположена над осями симметрии плоскостей, то

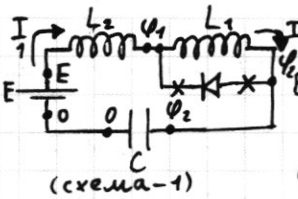
Из теоремы Гаусса: $E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$, $E_{BC} = \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}$; $\vec{E}_K = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC} \Rightarrow E_K =$
$= \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$;

Ответ: увелич. в $\sqrt{2}$ раз $\left(\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}\right)$; $E_K = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$;

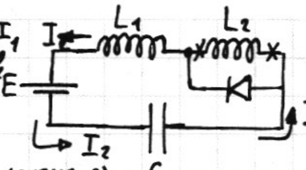
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4; Дано: E; $L_1 = 2L$; C; $L_2 = L$;

T – ? I_{max_1} – ? I_{max_2} – ?



(схема-1)



(схема-2)

1) Когда ток течёт по часовой стрелке диод закрыт и весь ток идёт через L_2, а когда ток течёт против часовой стрелки, то весь ток идёт по диоду, а через L_2 – не течёт. Колебания тока происходят лишь когда ток идёт по часовой стрелке

2) В данной ситуации $U_{L_2} = L_2 \dot{I}_1 = L\ddot{q}$, $U_{L_1} = L_1 \dot{I}_1 = 2L\ddot{q}$, $U_C = \frac{q}{C}$;

$E = U_{L_2} + U_{L_1} + U_C \Leftrightarrow 3L\ddot{q} + \frac{1}{C}\cdot q = E \Leftrightarrow \ddot{q} + \frac{1}{3CL}\cdot q = \frac{E}{3L}$, что соотв. уравнению гарм. колеб. отн. q со смещ. полож. равновесия с периодом $T_1 = 2\pi\sqrt{3CL}$

3) Однако в таких колеб. ток течёт по час. стрелке лишь пол-периода, а в исходной цепи он сначала растёт, затем убывает и после остается нулевым в течение некоторого времени. Ток нулевой, пока течёт против час. стрелки. В этом случае возникают колеб. заряда на C с периодом $T_2 = 2\pi\sqrt{CL_2} = 2\pi\sqrt{CL}$. Эти колеб. также длятся лишь полпериода, тогда окончательно $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi\sqrt{CL}(\sqrt{3}+1)$;

4) Когда $I_1 = max$ (ток в схеме-1), то $\dot{I}_1 = 0 \Rightarrow U_{L_1} = U_{L_2} = 0 \Rightarrow U_C = E \Rightarrow q = CE$;

По ЗСЭ: $A_{ист} = \Delta W_{маг} + \Delta W_{эл} + Q$; $A_{ист} = (q-0)E = CE^2$; $\Delta W_{маг} = \left(\frac{L_2 I_{max_1}^2}{2} + \frac{L_1 I_{max_1}^2}{2}\right) - 0$;

$\Delta W_{эл} = \frac{CE^2}{2} - 0$; $Q = 0$ (нечему греться) $\Rightarrow CE^2 = \left(\frac{LI_{max_1}^2}{2} + \frac{2LI_{max_1}^2}{2}\right) + \frac{CE^2}{2} \Rightarrow$

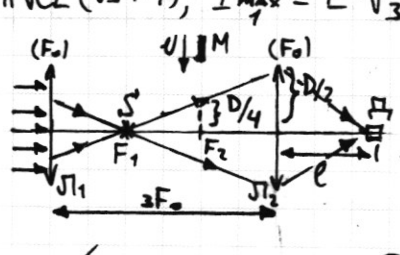
$\frac{3LI_{max_1}^2}{2} = \frac{CE^2}{2} \Rightarrow I_{max_1} = \sqrt{\frac{CE^2}{3L}} = E\cdot\sqrt{\frac{C}{3L}}$;

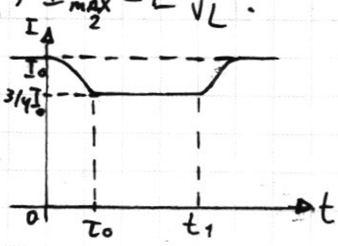
5) Когда заряд будет участвовать в колеб. в схеме 2, то макс. ток через L_2 будет больше макс. ток в схеме 1. Аналогично из ЗСЭ: $\frac{L_2 I_{max_2}^2}{2} = \frac{CE^2}{2} \Rightarrow I_{max_2} = E\sqrt{\frac{C}{L}}$;

Ответ: $T = \pi\sqrt{CL}(\sqrt{3}+1)$; $I_{max_1} = E\cdot\sqrt{\frac{C}{3L}}$; $I_{max_2} = E\cdot\sqrt{\frac{C}{L}}$.

№5 Дано: F_0; D; τ_0;

l – ? v – ? t_1 – ?





1) ~~Будем считать линзы тонкими, т.к. D << F0~~ Пучок света, параллельный оси сим. Л1 соберется в её фокусе F1. Для Л2 в F1 будет

как будто находиться точеч. предмет S на расст. $2F_0$ от неё. Предмет, находящ. в двойном фокусе линзы получится в нат. велич., т. е. пучок соберется в двойном правом фокусе $Л_2$, а т.к. свет на детекторе фокусируется $\Rightarrow l = 2F_0$;

2) За время τ_0 (из графика) мишень становится полностью освещена и остаётся полностью освещенной в течении времени $t_1 - \tau_0$. Пусть ~~D~~ d – диаметр мишени $\Rightarrow$ $d = v \cdot \tau_0$, $\frac{D}{2} = v(t_1 - \tau_0)$

(мишень проходит путь $\frac{D}{2}$ полностью освещ., что следует из подобия Δ на рис.)

3) Пока мишень полностью освещена, участок (круглый) с диаметром ~~D~~ $= 2d$ на линзе остается неосвещенным, что соотв. времени от τ_0 до t_1;

его площадь: $S = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = \frac{\pi}{4} \cdot 4d^2 = \pi d^2$; площадь $Л_2$: $S_0 = \frac{1}{4}\pi D^2$; Чем большая площадь поверх. $Л_2$ освещена, тем больше сила тока в детекторе; $\begin{cases} I_0 = \alpha \cdot S_0, \\ \frac{3}{4} I_0 = \alpha(S_0 - S) \end{cases} \Rightarrow$

(мощность также пропорц. площади поверх.)

α – коэф. пропорц.

$\Rightarrow S = \frac{S_0}{4} \Leftrightarrow \pi \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi D^2}{4} \Rightarrow d = \frac{D}{4}$;

4) из рассужд. в пункте 2: $\begin{cases} \frac{D}{4} = v \cdot \tau_0 \\ \frac{D}{2} = v(t_1 - \tau_0) \end{cases} \Rightarrow v = \frac{D}{4\tau_0}$; $t_1 = 3\tau_0$;

Ответ: $l = 2F_0$; $v = \frac{D}{4\tau_0}$; $t_1 = 3\tau_0$;

N1 Дано:

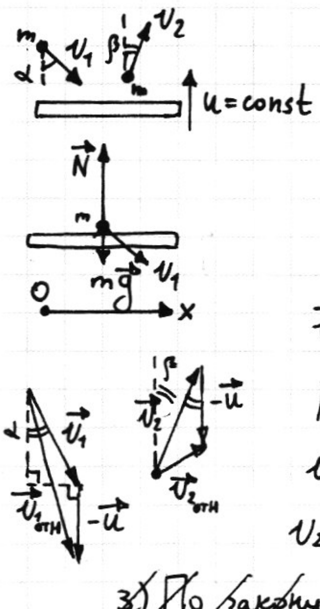
$v_1 = 8\ \frac{м}{с}$;

$\alpha\ (\sin\alpha = \frac{3}{4})$;

$\beta\ (\sin\beta = \frac{1}{2})$;

v_2 – ?

u – ?



1) По закону об измен. импульса: $\vec{\Delta p} = \Delta t \cdot \vec{R}$

на Ox: $R_x = 0 \Rightarrow$ по ЗСИ на Ox: $mv_1 \sin\alpha = mv_2 \sin\beta \Rightarrow$

$\Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$; $v_2 = 8 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{1} = 12\ \frac{м}{с}$;

2) Плита – ИСО; перейдем в СО плиты:

$\vec{v_1} = \vec{v_{1отн}} + \vec{u}$ и $\vec{v_2} = \vec{v_{2отн}} + \vec{u}$

По теореме косинусов: $v_{1отн}^2 = v_1^2 + u^2 - 2v_1 u \cos(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} - \alpha)$

$v_{1отн}^2 = v_1^2 + u^2 + 2v_1 u \cos\alpha$;

$v_{2отн}^2 = v_2^2 + u^2 - 2v_2 u \cos\beta$;

~~в ЛСО: $\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = Q$~~

~~3) По закону об измен. энергии:~~

~~Q – кол-во выд. при ударе теплоты. $\Delta E_{пот} \to 0$~~ ~~в СО плиты: $\frac{mv_{1отн}^2}{2} - \frac{mv_{2отн}^2}{2} = Q$~~

~~Приравняем и получим: $(v_1^2 + u^2 + 2v_1 u \cos\alpha) - (v_2^2 + u^2 - 2v_2 u \cos\beta) = v_1^2 - v_2^2$~~

Ответ: $v_2 = 12\ \frac{м}{с}$;

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$v_1 = 8\,\frac{м}{с}$; $\sin\alpha = \frac{3}{4}$; $\sin\beta = \frac{1}{2}$; $v_2 - ?$ $u - ?$

По ЗСИ на Ox: $mv_1 \cdot \sin\alpha = mv_2 \cdot \sin\beta \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$; $v_2 = 8 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{1} = 12\,\frac{м}{с}$

Поскольку плита массивная ($M >> m$), то при столкновении её скорость почти не меняется. Т.к. плита движется с постоянной скоростью u, то она является ИСО. Перейдем в СО плиты, по закону сложения скоростей: $\vec{v_1} = \vec{v}_{1отн} + \vec{u}$; $\vec{v_2} = \vec{v}_{2отн} + \vec{u}$

$\vec{v}_{1отн} = \vec{v_1} - \vec{u}$; $\vec{v}_{2отн} = \vec{v_2} - \vec{u}$. По теореме косинусов:

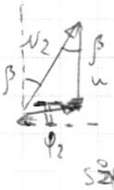
$$v_{1отн}^2 = v_1^2 + u^2 - 2v_1 u \cos\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} - \alpha\right) = v_1^2 + u^2 + 2uv_1\cos\alpha$$

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

~~По ЗСИ в СО плиты на Ox: $m\vec{v}_{1отн} = m\vec{v}_{2отн}$~~

~~$mv_{1отн} \cdot \cos\varphi_1$~~ $\sin\varphi_1$ $= mv_{2отн} \cdot \cos\varphi_2$

$\Downarrow$



~~$\frac{v_{1отн}}{\sin(\pi - \alpha)} = \frac{u}{\sin\varphi_1}$~~ $\quad \frac{v_1}{\sin\varphi_1} = \frac{v_{1отн}}{\sin(\pi-\alpha)}$ $\quad$ ~~$v_1 \sin\alpha$~~

~~$\sin\varphi_1 = \frac{u}{v_{1отн}} \cdot \sin\alpha$~~ $\quad \frac{v_2}{\sin(\frac{\pi}{2} + \varphi_2)} = \frac{v_{2отн}}{\sin\beta}$

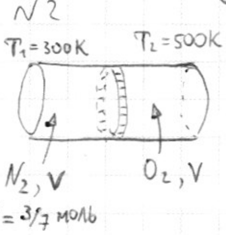
$2493 \,|\, 2$; $1246{,}5$

~~$\cos\varphi_1 = v_{1отн}^2$~~

№2

$C_V = \frac{5}{2}R$;

Урав-ие Менделеева-Клапейрона: $\begin{cases} p_1 \cdot V_1 = \nu RT_1 \\ p_2 \cdot V_2 = \nu RT_2 \end{cases}$



$V = 3/7$ моль

~~$C_V = \frac{Q}{\nu \cdot \Delta T}$~~

Вначале, до того как темп. стали выравниваться

~~$Q = p \cdot \Delta V + \frac{3}{2} p\Delta V$~~

$Q_1 + Q_2 = 0$

$Q_1 = \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 \cdot 100 =$

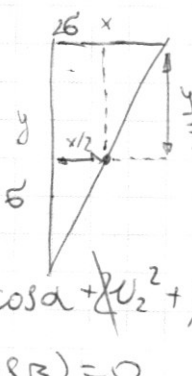
$\frac{3}{2} \cdot 831$

$$Q = 0 + \Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T$$

$$\sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{4\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$$

$\frac{x}{y} = \operatorname{tg}\frac{\pi}{7} < 1$

$y = x \cdot \left(\operatorname{tg}\frac{\pi}{7}\right)^{-1} = x \operatorname{ctg}\frac{\pi}{7}$



$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = Q = \frac{m(v_1^2 + u^2 + 2uv_1\cos\alpha)}{2} + \frac{m(v_2^2 + u^2 - 2v_2 u\cos\beta)}{2}$$

$$\cancel{v_1^2} - \cancel{v_2^2} = \cancel{v_1^2} + \cancel{u^2} + \cancel{2}uv_1\cos\alpha + \cancel{v_2^2} + u^2 - \cancel{2}v_2 u\cos\beta$$

$$u^2 + u(v_1\cos\alpha - v_2\cos\beta) = 0 \qquad u = v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha$$

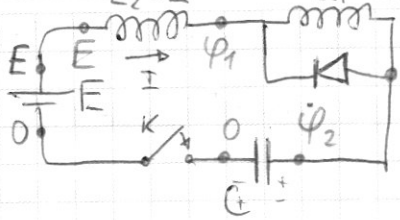
☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

E; $L_1 = 2L$;
C; $L_2 = L$;



$U_{L_2} = -L_2 \cdot \frac{dI}{dt} = E - \varphi_1 \quad U_C = \frac{q}{C} = \varphi_2$

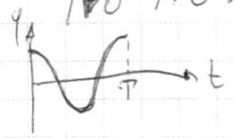
$U_{L_1} = -L_1 \cdot \frac{dI}{dt} = \varphi_1 - \varphi_2$

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

когда ток течёт → : $\varphi_1 = E - (+L_2 \cdot \frac{dI}{dt}) = E - L_2 \cdot \ddot{q}$

$\varphi_2 = \frac{q}{C}$ $\quad L_1 \ddot{q} = E - L_2 \ddot{q} - \frac{q}{C}$

$I\!\downarrow\!0 \quad I\!\uparrow\!0 \ldots$



$(L_1+L_2)\ddot{q} = E - \frac{1}{C}\cdot q$

$\ddot{q} + \frac{1}{C(L_1+L_2)}\cdot q = \frac{E}{L_1+L_2}$

$\omega_{\leftarrow} = \frac{1}{\sqrt{CL}}$ $\quad T_{\leftarrow} = 2\pi\sqrt{CL}$

$T = \frac{T_{\rightarrow} + T_{\leftarrow}}{2} = \pi(\sqrt{3CL} + \sqrt{CL}) = \pi\sqrt{CL}\cdot(\sqrt{3}+1)$

$\omega_{\rightarrow} = \sqrt{\frac{1}{C(L_1+L_2)}} = \frac{1}{\sqrt{3CL}}$;

~~когда $I_1 = max \Rightarrow q = 0 \Rightarrow U_C = 0 \Rightarrow$~~

$T_{\rightarrow} = 2\pi\sqrt{3CL}$ $\quad$ когда $I_1 = max$ $\frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow U_{L_1} = U_{L_2} = 0 \Rightarrow U_C = E \Rightarrow q = CE$

По ЗСЭ: $\underbrace{(CE-0)E}_{CE^2} = \frac{L_1 I_{1max}^2}{2} + \frac{L_2 I_{1max}^2}{2} + \frac{CE^2}{2}$

$I_{1max}^2\left(\frac{L_1+L_2}{2}\right) = \frac{CE^2}{2} \Rightarrow I_{1max} = \sqrt{\frac{CE^2}{3L}} = E\cdot\sqrt{\frac{C}{3L}}$;

$\frac{CE^2}{2}$ $\quad \cancel{CE^2} = \frac{L_2 I_{max2}^2}{2} + \cancel{\frac{CE^2}{2}} \Rightarrow I_{max2} = E\sqrt{\frac{C}{L}}$;

потом: $\left(\frac{1}{2}\cdot\frac{D}{2}\cdot\right.$

было: $\left(\frac{1}{2}\frac{D}{2}F_0\right)^{-1}$

стало: $\left(\frac{1}{2}\frac{D}{2}\cdot 2F_0\right)^{-1}$

Пусть L - длина линейку

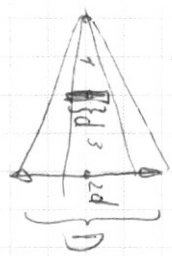
$L = v\cdot\tau_0$

$\frac{D}{2} = v(t_1-\tau_0)$

$\frac{\cancel{D}\,2\tau_0}{\cancel{2}} = \frac{D}{v\tau_0}(t_1-\tau_0)$

$\frac{3}{4}S_0 = S_0 - S$

$S = \frac{S_0}{4}$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$u = \overset{6}{\cancel{12}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}} - \overset{2}{\cancel{8}} \cdot \frac{\sqrt{7}}{\cancel{4}} = 6\sqrt{3} - 2\sqrt{7} = \sqrt{108} - \sqrt{28}$$

$$\cancel{v_1^2} + \cancel{u^2} + \cancel{2}v_1 u \cos\alpha - \cancel{v_2^2} - \cancel{u^2} + \cancel{2}v_2 u \cos\beta = \cancel{v_1^2} - \cancel{v_2^2}$$

$\frac{3}{4} \to \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$

$16 - 9 = 7$

$$v_1^2 + 2v_1 u \cos\beta = v_2^2 - 2v_2 u \cos\beta$$

$$2u(v_1 \cos\alpha + v_2 \cos\beta) = v_2^2 - v_1^2$$

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА