Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

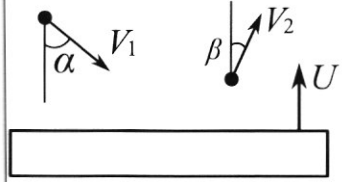
Класс 11

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.

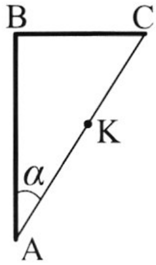
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 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?

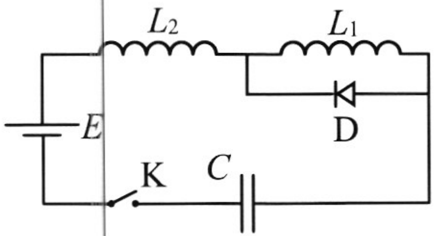
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

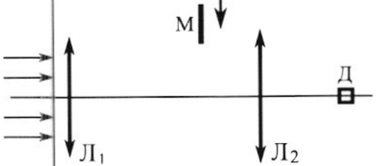


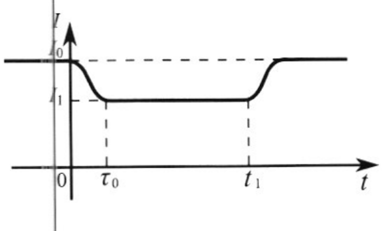
1) Найти период T этих колебаний.

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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

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

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

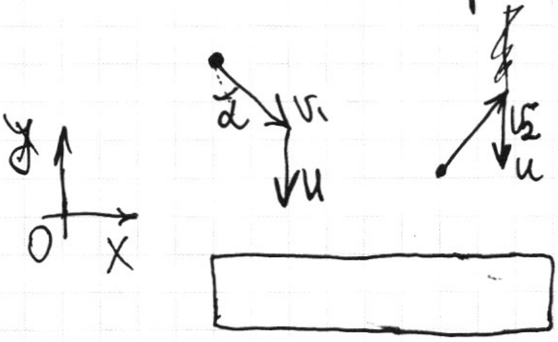
$v_1 = 8$ м/с

V_2 – ?

u – ?

Т.к. плита массивная и имеет пост. скорость u перейдём в её ИСО

m – масса шарика: Пусть u_1 – нач ск шарика, u_2 – конечная в ИСО плиты



ЗИИ: $\vec{p_к} - \vec{p_0} = \sum \vec{N} dt$

$m\vec{u_2} - m\vec{u_1} = \sum \vec{N} dt$

X: $m v_2 \sin\beta - m v_1 \sin\alpha = 0$

Т.к. поверхность плиты гладкая, трения нет $\Rightarrow N \perp OX$.

Получим $v_2 \sin\beta = v_1 \sin\alpha$

$V_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1 \cdot \frac{3}{2} = 12$ м/с – в ИСО земли

~~Удар неупругий, а значит в ИСО плиты шарик не имеет вертикальной и скорость шарика горизонтальна~~

Заметим, что в ИСО плиты сила действия N работы не совершает, т.к. стоит на месте $\Rightarrow E_к - E_0 = A_{внеш} = 0$

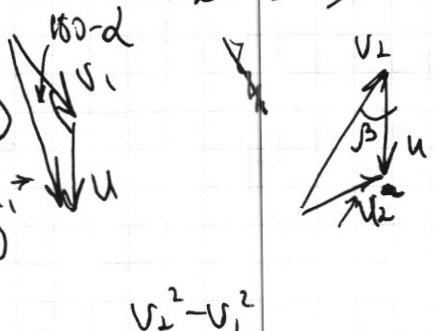
$\frac{m u_2^2}{2} = \frac{m u_1^2}{2}$

$u_2^2 = u_1^2$

Т cos:

$u_1^2 = v_1^2 + u^2 + 2uv_1\cos\alpha$

$u_2^2 = v_2^2 + u^2 - 2uv_2\cos\beta$



$v_2^2 - 2uv_2\cos\beta = v_1^2 + 2uv_1\cos\alpha$

$V_2^2 - v_1^2 = 2u\cdot(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta) \Rightarrow u = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)}$

$\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$ $\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

№1 (прод)

$$u = \frac{12^2 - 8^2}{2\left(8\cdot\frac{\sqrt7}{4} + 12\cdot\frac{\sqrt3}{2}\right)} = \frac{144-64}{2(2\sqrt7+6\sqrt3)} = \frac{80}{4(\sqrt7+3\sqrt3)} = \frac{20}{3\sqrt3+\sqrt7} =$$

$$= \frac{20(3\sqrt3-\sqrt7)}{27-7} = 3\sqrt3-\sqrt7 \text{ м/с}$$

Ответ: $v_2 = 12$ м/с $\quad u = 3\sqrt3-\sqrt7$ м/с

~~№3~~ $\cancel{q = \sigma S}$ $\cancel{E_x = \frac{kq}{x^2}}$

1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$

$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_0$

2) $\sigma_1 = 2\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

$\alpha = \frac{\pi}{7}$

K – сер AC

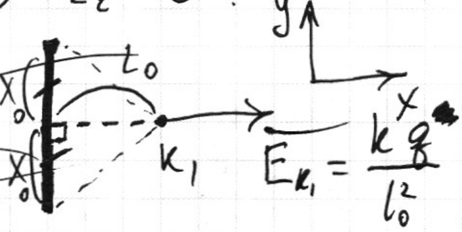
E_{K_1} – ?

E_{K_2} – ?

~~Рассмотрим бесконечную прямоугольную пластину.~~

~~В силу симметрии беск. пластины на проекции напряжённости на ось z~~ $E_z = 0$.

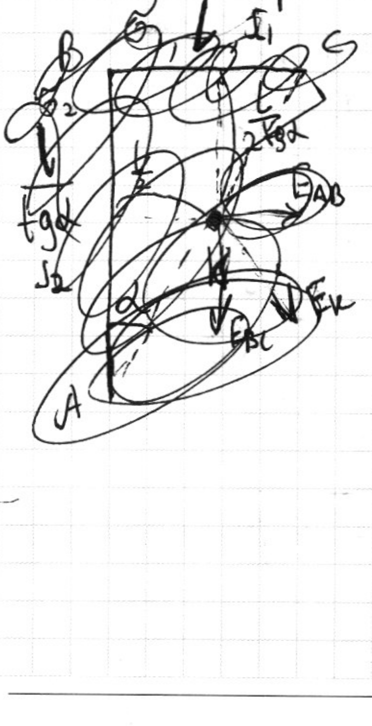
Теперь посмотри сбоку.



~~Как интересует т. K – середина гипотенузы => её проекции на пластины находятся посередине =>~~ в силу симметрии $E_y = 0 \Rightarrow$ ~~$E_K = E_x$ нас интересует только E_x~~

$E_{K_1} = \frac{kq}{l_0^2}$

$E_{BC} = \frac{k\sigma_1 S_1}{l^2} \cdot 4\operatorname{tg}^2\alpha$ $\quad E_{AB} = \frac{k\sigma_2 S_2}{l^2}$



А значит ~~бесконечную прямоугольную пластину можно заменить на окружность с диаметром~~ как высота (по оси y) ~~на~~ беск. пластины.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3 $q = \sigma S$

1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$

$\sigma_1 = \sigma_2$

$\frac{E_{K_1}}{E_{BC_1}}$ – ?

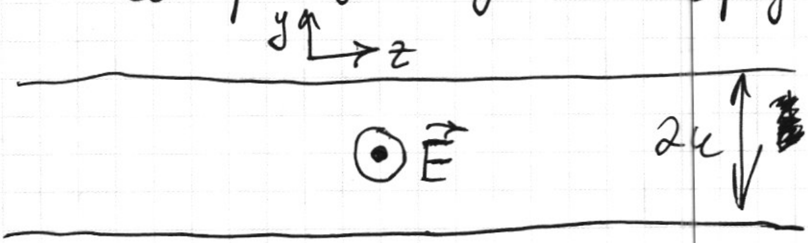
2) $\alpha = \frac{\pi}{7}$

$\sigma_1 = 2\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

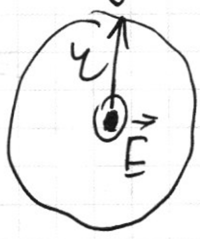
E_{K_2} – ?

Точка K – середина гипотенузы AC => => Её проекция падает на середины пластин



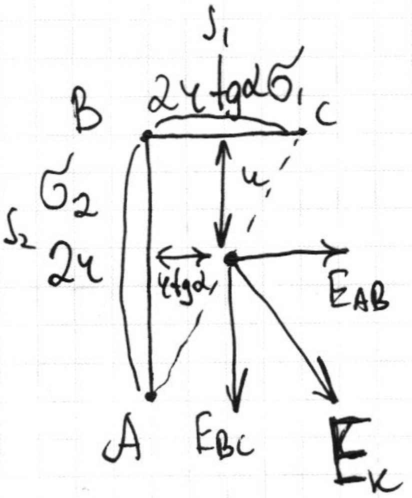
В силу симметрии ~~от~~ напряжённость от ~~такой~~ одной такой бесконечн. пласт. в её середине перпендикулярна её поверхности.

А значит бесконечную пластину можно заменить на окружность диаметром равным толщине пластины:



$S_{окр} = \pi r^2$

После замены вид, перп ребру B не изменится:



$E_{BC} = \frac{k\sigma_1 S_1}{r^2}$ $E_{AB} = \frac{k\sigma_2 S_2}{r^2 tg^2\alpha}$

$S_1 = \pi r^2 tg^2\alpha$ $S_2 = \pi r^2$

$E_{BC} = \frac{k\sigma_1 \pi r^2 tg^2\alpha}{r^2} = \pi k\sigma_1 tg^2\alpha$

$E_{AB} = \frac{\pi k \sigma_2}{tg^2\alpha}$ $E_K = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \pi k\sqrt{\sigma_1^2 tg^4\alpha + \sigma_2^2/tg^4\alpha}$

1) В 1) случае $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_0$ => $\frac{E_{K_1}}{E_{BC_1}} = \frac{\pi k\sigma_0\sqrt{tg^4\alpha + 1/tg^4\alpha}}{\pi k\sigma_0\ tg^2\alpha} =$

$\alpha = 45^\circ$

№3 (прод)

$$= \frac{\sqrt{tg^4\alpha + 1/tg^4\alpha}}{tg^2\alpha} = \frac{\sqrt{1+1}}{1} = \sqrt{2}$$

2) $\sigma_1 = 2\sigma$ $\alpha = \frac{\pi}{7}$ Т.о. $E_{к_2} = \pi k \sqrt{4\sigma^2 tg^4\alpha + \sigma^2 \cdot \frac{1}{tg^4\alpha}} =$

$\sigma_2 = \sigma$

$$= \pi k \sigma \sqrt{4 tg^4\alpha + \frac{1}{tg^4\alpha}} = \frac{\pi k \sigma}{tg^2\alpha}\sqrt{4tg^8\alpha + 1} =$$

$$= \frac{\pi k \sigma}{tg^2\frac{\pi}{7}}\sqrt{4tg^8\frac{\pi}{7}+1} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0 tg^2\frac{\pi}{7}}\sqrt{4tg^8\frac{\pi}{7}+1}$$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$ 2) $\frac{\sigma}{4\varepsilon_0 tg^2\frac{\pi}{7}} \cdot \sqrt{4tg^8\frac{\pi}{7}+1}$

№2

$\nu = \frac{3}{7}$ моль

$T_1 = 300K$

$T_2 = 500K$

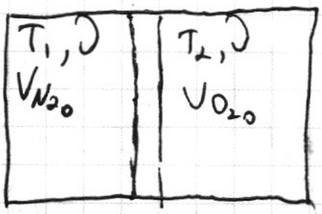
$C_V = \frac{5R}{2}$

$R = 8,31 \frac{Дж}{моль K}$

$\frac{V_{N_2 0}}{V_{O_2 0}}$ – ?

$T_{уст}$ – ?

Q_{O_2} – ?



Т.к. поршень горизонтален, перемещается медленно и без трения давление газов всегда равно p

В начале: (1) $pV_{N_2 0} = \nu R T_1$
(2) $pV_{O_2 0} = \nu R T_2$ $\Rightarrow \frac{V_{N_2 0}}{V_{O_2 0}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$

В конце: (3) $pV_{N_2 к} = \nu R T_{уст}$
(4) $pV_{O_2 к} = \nu R T_{уст}$ $\Rightarrow V_{N_2 к} = V_{O_2 к}$

Пусть V – объём всего сосуда $\Rightarrow V_{N_2 0} = \frac{3V}{8}$

$V_{N_2 к} = \frac{V}{2}$ (3):(1) $\frac{V_{N_2 к}}{V_{N_2 0}} = \frac{T_{уст}}{T_1} \Rightarrow T_{уст} = T_1 \cdot \frac{\frac{V}{2}}{\frac{3V}{8}} = \frac{8}{6}T_1 = \frac{4}{3}T_1 = 400K$

$\delta Q = dU + \delta A$ $V_{O_2 0} = \frac{5V}{8}$

$-Q_{O_2} = C_V \nu (T_{уст} - T_2) + p(V_{O_2 к} - V_{O_2 0})$

$Q_{O_2} = \frac{5R}{2}\nu(T_2 - T_{уст}) + \nu R(T_2 - T_{уст}) = \frac{7}{2}\nu R(T_2 - T_{уст}) =$

$= \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8,31 \cdot 100 = \frac{3}{2} \cdot 831 = \frac{2493}{2} = 1247$ Дж

Ответ: 1) 3/5 2) 400K 3) 1247 Дж

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

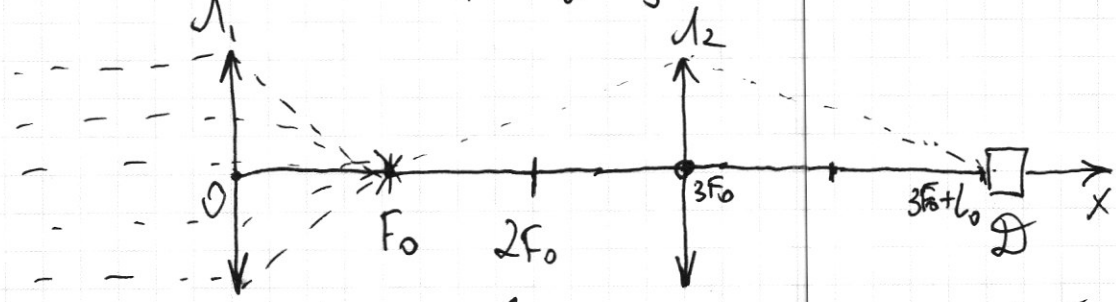
№5 $\frac{1}{F}=\frac{1}{d}+\frac{1}{f}$

F_0, D, τ_0

1) l_0 — ?

2) v — ?

3) t_1 — ?

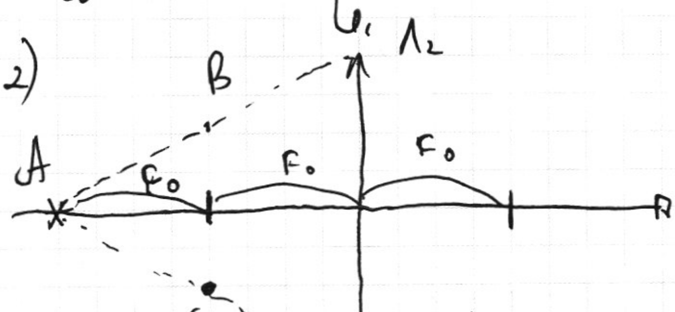


1) Параллельный пучок света собирается первой линзой в фокус, на расстоянии $2F_0$ от второй линзы. Т.к. по условию лучи собираются в детекторе изображение ~~вот~~ этого собранного пучка должно попадать в детектор, т.е. быть на расстоянии l_0 от Л$_2$.

Ф-ла тонкой л. для Л$_2$: $\frac{1}{F_0}=\frac{1}{2F_0}+\frac{1}{l_0}$

$\frac{1}{l_0}=\frac{1}{2F_0} \Rightarrow l_0=2F_0$ — расст. между линзой и фотод.

2)



Ток пропорционален мощности света, т.е. ток пропорц. площади света, которая доходит до линзы. Рассмотрим количество света, которое перекрывается в левом фокусе линзы. Пусть $S_м$ — площадь мишени, S_0 — площадь света на расст F_0 слева от Л$_2$.

Тогда: $\frac{I_1}{I_0}=\frac{S_0-S_м}{S_0}$

$\frac{3}{4}=1-\frac{S_м}{S_0} \Rightarrow \frac{S_м}{S_0}=\frac{1}{4} \Rightarrow S_м=\frac{S_0}{4}$

Из подобия тр-ков ABC и AL_1L_2

$\frac{F_0}{2F_0}=\frac{BC}{D} \Rightarrow BC=\frac{D}{2}$

Значит $S_0 = \frac{\pi}{4}\left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi D^2}{16} \Rightarrow S_M = \frac{\pi D^2}{64}$ №5 (прод)

Пусть d_M — диаметр мишени $\frac{\pi}{4} d_M^2 = \frac{\pi}{64} D^2$ $d_M = \frac{D}{4}$

По графику из условия мишень заезжает полностью ~~от~~ за время $\tau_0 \Rightarrow v = \frac{d_M}{\tau_0} = \frac{D}{4\tau_0}$

С момента τ_0 до момента t_1 мишень от касания точки B верхом перемещается до касания точки C низом.

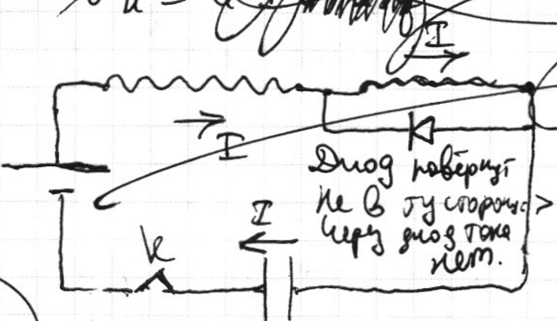
Т.е. мишень проходит расстояние $x_M = BC - d_M = \frac{D}{2} - \frac{D}{4} = \frac{D}{4}$

$v = \frac{x_M}{t_1 - \tau_0} \Rightarrow t_1 - \tau_0 = \frac{D}{4v} = \frac{D \cdot 4\tau_0}{4 \cdot D} = \tau_0 \Rightarrow t_1 = 2\tau_0$

Ответ: 1) $2F_0$ 2) $v = \frac{D}{4\tau_0}$ 3) $t_1 = 2\tau_0$

$L_1 = 2L$
$L_2 = L$
$\mathcal{E}, C$
1) T - ?
2) I_{m_1} - ?
3) I_{m_2} - ?

$U_L = L\dot{I}$



Ток на катушках не может измениться скачком => сразу после замыкания K ток в цепи и через L_1 нулевой.

Пусть U_c — напряжение на конденсаторе, $\mathcal{E}$

Тогда $I = C\dot{U}_c$

Напряжение на катушках: $U_{L_2} = L\dot{I}$ $U_{L_1} = 2L\dot{I}$

$\mathcal{E} = U_{L_1} + U_{L_2} + U_c \Rightarrow I = C(\mathcal{E} - U_{L_1} - U_{L_2})'_t = C(\dot{\mathcal{E}} - \dot{U}_{L_1} - \dot{U}_{L_2}) =$

$= C(0 - 2L\ddot{I} - L\ddot{I}) = -3LC\ddot{I}$

Т.е. $\frac{I}{3LC} + \ddot{I} = 0 \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{3LC}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{3LC}$

№4 на странице 7.

№4 $U_L = L\dot{I}$

$L_1 = 2L$

$L_2 = L$

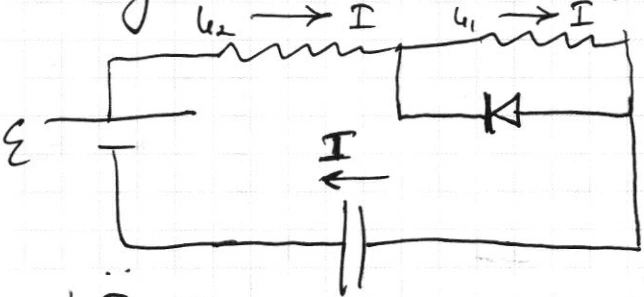
1) $T - ?$

2) $I_{m_1} - ?$

3) $I_{m_2} - ?$

~~Сразу после замыкания ключа ток в катушках не может измениться скачком => ток через них равен нулю (равен 0).~~

Когда ток течет по часовой: Через диод тока нет.



Для конденсатора:

$I = C\dot{U}_C = C(\mathcal{E} - U_{L_1} - U_{L_2})'_t =$

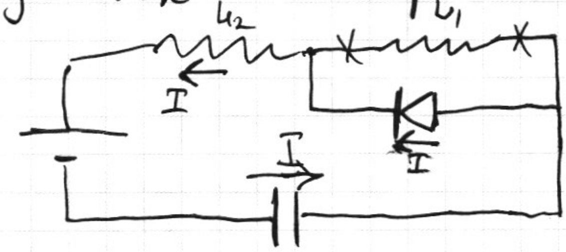
$= C(\mathcal{E} - 2L\dot{I} - L\dot{I})'_t =$

$= C(0 - 3L\ddot{I})$

T.о: $I + 3CL\ddot{I} = 0$ $\quad \ddot{I} + \frac{1}{3CL} I = 0$

$\omega_B = \frac{1}{\sqrt{3CL}}$ $\quad T_B = 2\pi\sqrt{3CL}$

Когда ток течет против часовой: Напряжение на L_1 равно 0, т.к. диод превращается в провод $\Rightarrow 0 = L\dot{I} \Rightarrow \dot{I} = 0$



Ток на L_1 не изменяется. Перед тем как сменить направление ток был нулевым (т.к. колебания) $\Rightarrow$ через первую катушку тока нет

$I = C\dot{U}_c = C(\mathcal{E} - U_{L_2})'_t = -CL\ddot{I}$

$\omega_H = \frac{1}{\sqrt{CL}}$ $\quad T_H = 2\pi\sqrt{LC}$

Т.е. ток положителен время $\frac{T_B}{2}$ (в одну сторону), а отрицателен время $\frac{T_H}{2}$ (в др сторону)

$T = \frac{T_B + T_H}{2} = \pi(\sqrt{3LC} + \sqrt{LC}) = \pi\sqrt{LC}(1 + \sqrt{3})$

~~В момент, когда ток максимален $U_L = L\dot{I} = 0 \Rightarrow$ тока через на напряжения на катушках нет $\Rightarrow$ напряжение на конденсаторе $\mathcal{E}$~~

(прод на стр 8)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

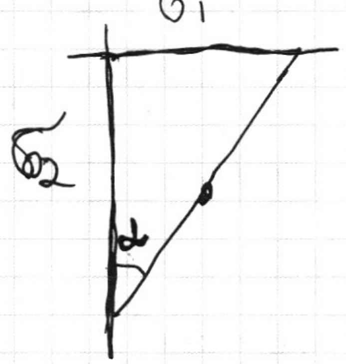
ШИФР
(заполняется секретарём)

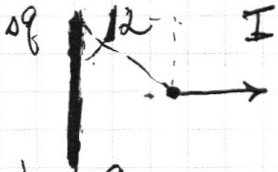
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sum N_i u dt$ $\quad u\sum N_i dt$ $\quad v_2^2 - v_1^2 = 2(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta)$

$\dot{u} = L\ddot{I}$

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





$I\cdot\frac{1}{\sqrt{LC}} + \frac{\dot{u}}{L} = 0$

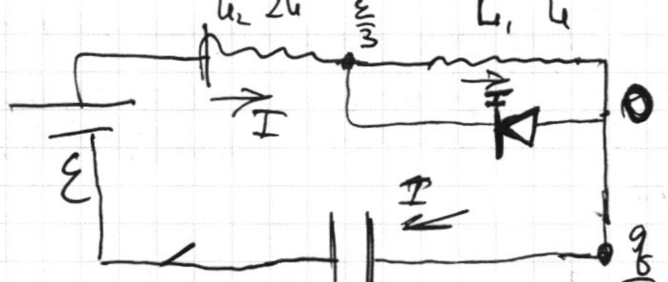
$\Delta E = \frac{k\,\Delta q}{r^2}$

$\frac{\pi}{4} - \frac{\pi}{3} = \frac{3\pi - 4\pi}{12} = -\frac{\pi}{12}$

$\frac{\pi}{12} + \frac{\pi}{6} = \frac{3\pi}{12} = \frac{\pi}{4}$

$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \Rightarrow \varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} \Rightarrow 4\varepsilon_0 = \frac{1}{\pi k}$

$\pi k = \frac{1}{4\varepsilon_0}$



$\frac{\varepsilon}{3} = \ddot{q}_0 \cdot L \quad \ddot{q}_0 = \frac{\varepsilon}{3L}$

$0 = \varepsilon - \varphi_1 + \varphi - \frac{q}{C} + \frac{q}{C}$

$q = \varepsilon C \quad q_{max} = \frac{4\varepsilon C}{T} \quad 0 = 2L\ddot{q} + L\ddot{q} + \frac{q}{C}$

$I_C = C\cdot U' = C(3L\dot{I})' = 3LC\ddot{I}$

$\frac{q}{C} = -3L\ddot{q} \quad q = -\frac{3L}{C}\ddot{q}$

$\frac{C}{3L} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{3L}{C}}$

!!! с другой стороны чистовик !!!

☑ 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

~~Когда в цепи максимальный минимальный ток, на катушке нет напряжения, т.к. $\dot{I}=0$ => напряжение на конденсаторе в этом момент равно $\mathcal{E}$, значит ток максимален,~~

~~ЗСЭ: $A_{ист} = \Delta W = W_к - W_0$~~

~~$$\mathcal{E}\cdot q = \frac{L I_{max}^2}{2} + \frac{2L I_{max}^2}{2} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$~~

~~$q = C\mathcal{E}$ – ток протекший через~~

~~Когда в цепи минимальный (нулевой) ток $\dot{I}=0$ => напряжение на конденсаторе равно $\mathcal{E}$. от начала до зарядки конденсатора через источник протек заряд $C\mathcal{E}$~~

~~ЗСЭ:~~

ЗСЭ: $A_{ист} = W_к - W_0$

$$\mathcal{E}\cdot C\mathcal{E} = \frac{L\cdot I_{м_1}^2}{2} + \frac{2L I_{м_1}^2}{2} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{3L I_{м_1}^2}{2} \Rightarrow I_{м_1} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{3L}}$$

Но вот $I_{м_2} \neq I_{м_1}$, т.к. через него течёт ток в обратную сторону: $\mathcal{E}\cdot C\mathcal{E} = \frac{L I_{м_2}^2}{2} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow I_{м_2} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{L}}$

Ответ: 1) $T = \pi(1+\sqrt{5})\sqrt{LC}$ 2) $I_{м_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

3) $I_{м_2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

Z

☑ 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 $pV = \nu RT$ $Q = \Delta U + A$

$\nu = 3/7$ моль

$T_1 = 300K$

$T_2 = 500K$

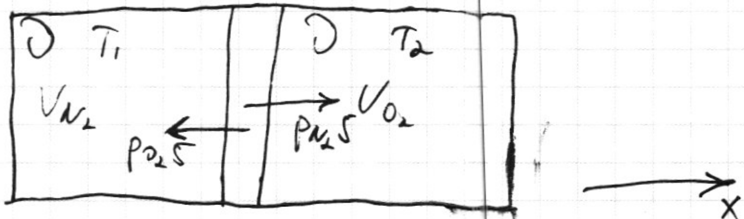
$C_V = \frac{5R}{2}$

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль\,K}$

$\frac{V_{N_2 0}}{V_{O_2 0}}$ — ?

$T_{уст}$ — ?

Q — ?



Т.к. поршень медленно движется, можно считать его ускорение равным 0

Тогда 2ЗН: x: $\cancel{ma_x} = p_{N_2}S - p_{O_2}S \Rightarrow p_{N_2} = p_{O_2}$ в любой момент времени

Пусть в начале $p_{N_2 0} = p_{O_2 0} = p_0$, тогда:

(1) $p_0 V_{N_2 0} = \nu R T_1$

(2) $p_0 V_{O_2 0} = \nu R T_2$

$\Rightarrow \frac{V_{N_2 0}}{V_{O_2 0}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$ (*)

Пусть, когда температура установится $p_{N_2 к} = p_{O_2 к} = p_к$

(3) $p_к \cdot V_{N_2 к} = \nu R T_{уст}$

(4) $p_к \cdot V_{O_2 к} = \nu R T_{уст}$

$\Rightarrow V_{N_2 к} = V_{O_2 к} = \boxed{V_к = \frac{V_{сосуда}}{2} = \frac{V_{N_2 0} + V_{O_2 0}}{2}}$

~~Т.о. $\frac{\nu R T_{уст}}{p_к}$ ... $\frac{\nu R}{p_0}(T_1 + T_2) \Rightarrow \frac{p_0}{p_к}$ ... $\frac{V_{сосуда}}{2}$~~

Из (*) видим: $V_{N_2 0} = \frac{3}{8} V_{сосуда}$

(3):(1) ~~$p_к \cdot \frac{3}{8} V_{сосуда}$~~ $\frac{p_к \cdot \frac{1}{2} V_{сосуда}}{p_0 \cdot \frac{3}{8} V_{сосуда}} = \frac{\nu R T_{уст}}{\nu R T_1} \Rightarrow T_{уст} = T_1 \cdot \frac{8}{6} \frac{p_к}{p_0}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

Z