Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11

Вариант 11-01

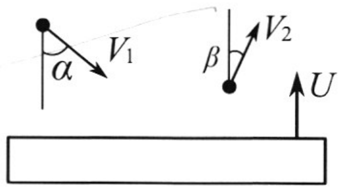
Шифр

(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.

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{7}}{4}$

$\cos\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$



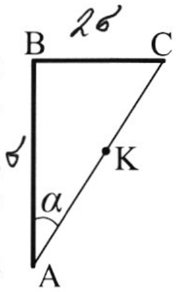
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

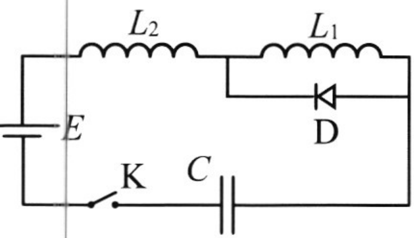
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

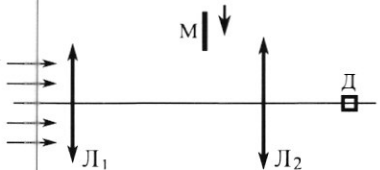
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

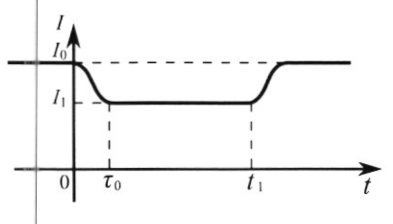
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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). $I_1 = 3I_0/4$.



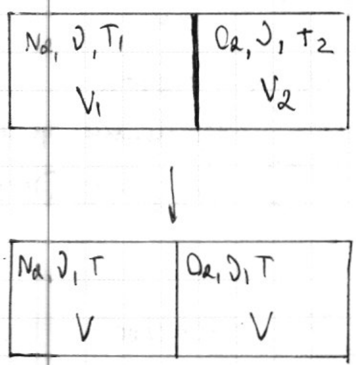


1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N2 1) V_1 – начальный объём азота; V_2 – начальный объём кислорода



Т.к. поршень перемещается без трения, давления в отсеках равны между собой. Пусть давление равно p_0.

$$p_0V_1 = \nu RT_1$$
$$p_0V_2 = \nu RT_2 \longrightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}}$$

2) давления в отсеках снова равны между собой и равны p. $pV = \nu RT$ (для обоих отсеков), $2V = V_1 + V_2$

Т.к. сосуд – теплоизолирован: $Q = 0$ для системы; $A_{N_2} + A_{O_2} = C_V\nu(T_1 - T) + C_V\nu(T_2 - T)$;

где A_{N_2} и A_{O_2} – работы соотв. газов; $C_V\nu(T_1 - T)$ и $C_V\nu(T_2 - T)$ – изм. внутренней энергии со знаком минус.

Т.к. температуры газов выравнивались медленно, будем считать процесс квазистатическим. Т.о. в процессе выравнивания температур давления оставались равными в отсеках.

$\Rightarrow \delta A_{N_2} = p'dV$, $\delta A_{O_2} = -p'dV \Rightarrow \delta A_{N_2} + \delta A_{O_2} = 0$ (если в одном отсеке объём изм. на dV, то в другом – на $(-dV)$). p' – давл. в некоторый момент времени.

$$\Rightarrow A_{N_2} + A_{O_2} = 0 \Rightarrow T_1 - T + T_2 - T = 0 \Rightarrow 2T = T_1 + T_2$$

$$\boxed{T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{300\,K + 500\,K}{2} = 400\,K}$$

3) $p'V_{N_2} = \nu RT_{N_2}$
$p'V_{O_2} = \nu RT_{O_2}$ $\longrightarrow \dfrac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = \dfrac{T_{N_2}}{T_{O_2}} \longrightarrow V = V_{N_2}\left(1 + \dfrac{T_{O_2}}{T_{N_2}}\right) \longrightarrow$

(V – объём сосуда)

$$p' = \frac{\nu RT_{N_2}}{V_{N_2}} = \frac{\nu RT_{N_2}}{VT_{N_2}}(T_{O_2} + T_{N_2}) = \frac{\nu R(T_{O_2} + T_{N_2})}{V}$$

Т.к. поршень двигается медленно $-dU_{O_2} = dU_{N_2}$
(записываем ЗСЭ для системы, пренебрегая кинетической энергией поршня)

$\Rightarrow c_V \nu (T_1 - T_{N_2}) = c_V \nu (T_{O_2} - T_2) \Rightarrow T_{O_2} + T_{N_2} = T_1 + T_2$ (сумма температур – постоянна)

$\Rightarrow p' = \frac{\nu R}{V}(T_{O_2} + T_{N_2}) = const$

Тогда работа O_2: $A_{O_2} = p'\left(\frac{V}{2} - V_2\right) = p'\left(\frac{V}{2} - \frac{5}{8}V\right) = -p'\frac{V}{8}$
(изобарный процесс)

$Q = A_{O_2} + c_V \nu (T - T_2) = -\frac{p'V}{8} + c_V \nu (T - T_2)$ – кол-во теплоты, получ. кислородом

$\Rightarrow$ кислород передал азоту $Q' = \frac{p'V}{8} + c_V \nu (T_2 - T)$

$p' = p_0 = \frac{\nu R T_2}{V_2} = \frac{\nu R T_2 \cdot 8}{5V} \Rightarrow \frac{p'V}{8} = \frac{\nu R T_2}{5V} \cdot \frac{8V}{8} = \frac{\nu R T_2}{5}$

$Q' = \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 \cdot \frac{500}{5} + \frac{5}{2} \cdot 8{,}31 \cdot \frac{3}{7} \cdot 100 = 8{,}31\left(\frac{3}{7} \cdot 100 + \frac{15}{14} \cdot 100\right) =$

$= 831 \cdot \frac{6+15}{14} = \frac{21}{14} \cdot 831 = \frac{3}{2} \cdot 831 = 1246{,}5$ (Дж)

Ответ: 0,6; 400 K; 1246,5 Дж.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

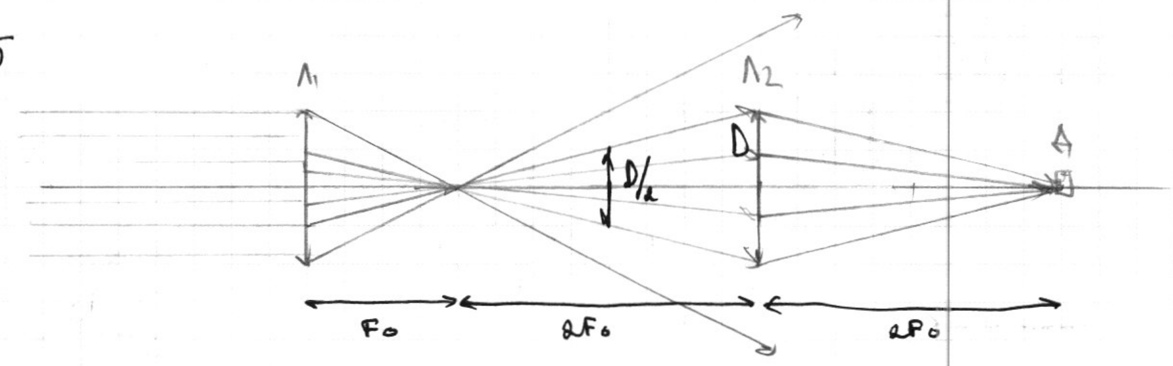
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



1) После прохождения через ~~Л1~~ Л1 свет собирается в фокусе ~~Л1~~ Л1, т.е. на расстоянии $2F_0$ от Л2.

Значит после прохождения через Л2 свет соберётся на расстоянии f, где $\frac{1}{2F_0}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F_0}$ → $\boxed{f=\frac{2F_0^2}{2F_0-F_0}=2F_0}$

2) Пусть d — диаметр мишени. На расстояние $2F_0$ от ~~Л1~~ Л1 диаметр ~~пуч~~ пучка света равен $\frac{D}{2}$ (найдено из подобия)

$S_1=\frac{\pi d^2}{4}$; $S_2=\frac{\pi D^2}{4\cdot 4}=\frac{\pi D^2}{16}$ (площади мишени и пучка соотв-но)

За время τ_0 мишень полностью войдёт в ~~пучка~~ пучок

$\Rightarrow v\tau_0=d$. Затем время $(t_1-\tau_0)$ будет полностью находиться в пучке и площадь пучка будет (S_2-S_1)

$S_2-S_1=\pi\left(\frac{D^2}{16}-\frac{d^2}{4}\right)$. Т.к. в это время ~~инт~~ интенсивность будет в $\frac{3}{4}$ раза меньше, то $\frac{3}{4}S_2=S_2-S_1 \Rightarrow S_1=\frac{S_2}{4}$

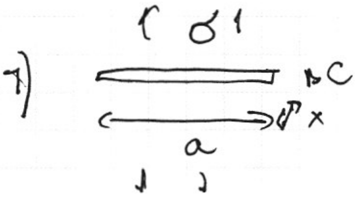
$\Rightarrow \frac{\pi d^2}{4}=\frac{\pi D^2}{16\cdot 4} \Rightarrow d^2=\frac{D^2}{16} \Rightarrow d=\frac{D}{4} \Rightarrow d=v\tau_0=\frac{D}{4}$

$\Rightarrow \boxed{v=\frac{D}{4\tau_0}}$

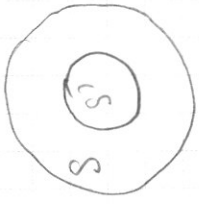
3) $\frac{D}{2}=vt_1 \Rightarrow \boxed{t_1=\frac{D}{2v}=\frac{D\cdot 4\tau_0}{2D}=2\tau_0}$ Ответ: $2F_0$; $\frac{D}{4\tau_0}$; $2\tau_0$.

диод идеальный

1)



$2E \cancel{\Delta x} = \frac{2\sigma \cancel{\Delta x}}{\varepsilon_0}$



$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

E_2 $\boxed{\sqrt{2}}$

E_1

E_1

$$\begin{array}{r} \times\, 831 \\ 3 \\ \hline 2493 \end{array}$$

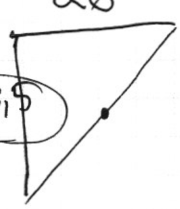
2493 | 2

12 46,5

2

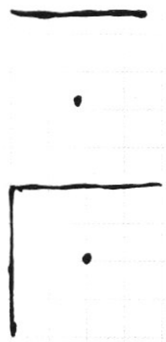
49

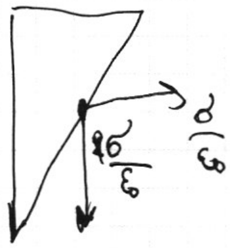
13

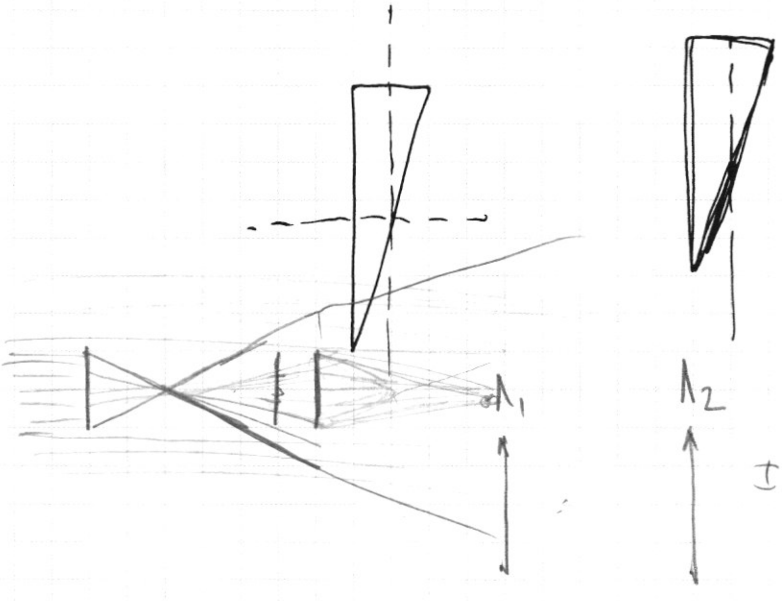


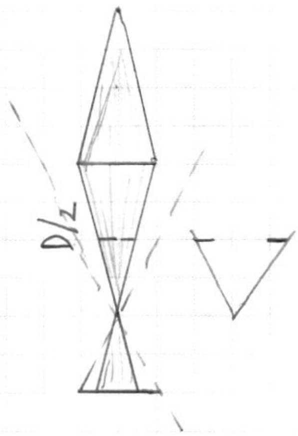
$$\begin{array}{r} \times\, 831 \\ 1,5 \\ \hline 4155 \\ 831 \\ \hline 1246,5 \end{array}$$

2)

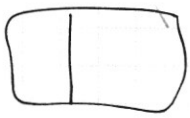


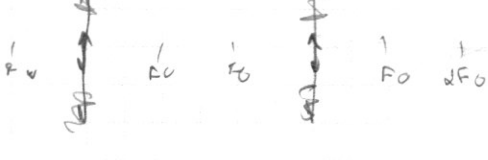






$Q =$





$V = V_2 + \frac{3}{5} V_2 = \frac{8}{5} V_2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 1) т.к. поверхность плиты – гладкая во время удара на шарик ~~[illegible]~~ действует только сила реакции опоры, направл. вертикально. Значит скорость ~~импульса~~ шарика по горизонтали не меняется.

$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1 \cdot \frac{3}{4} \cdot 2 = \frac{3}{2} v_1 = \frac{3}{2} \cdot 8 =$

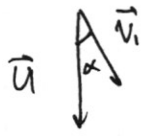
$\boxed{= 12 \ (м/с)}$

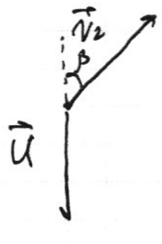
2) $M\Delta U = m(v_2\cos\beta + v_1\cos\alpha) = m\left(12\cdot\frac{\sqrt3}{2} + 8\cdot\frac{\sqrt7}{4}\right) = m(6\sqrt3 + 2\sqrt7) =$
$= 2(3\sqrt3+\sqrt7)m$

$\Delta U = U - U' \Rightarrow U' = U - \frac{m(v_2\cos\beta + v_1\cos\alpha)}{M}$

$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{M}{2}U^2 = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{MU'^2}{2} \Rightarrow m(v_1^2 - v_2^2) = M(U'^2 - U^2) = M(U'-U)(U'+U)$

В силу массивности плиты, пренебрежём изменением её скорости при ударе. Перейдём в СО плитки:





Тогда для того, чтобы шарик удалялся от ~~пласты~~ плиты после удара, необходимо, чтобы $U < v_2\cos\beta =$
$= 12\cdot\frac{\sqrt3}{2} = 6\sqrt3 \ (м/с) - U_{max}$.

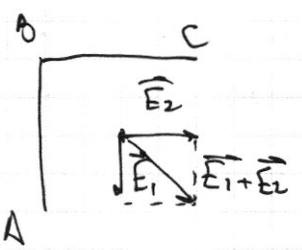
Также при $v_1\cos\alpha + U = v_2\cos\beta - U \Rightarrow U = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = 3\sqrt3 - \sqrt7 \ (м/с)$
удар будет упругим. Если U будет меньше $(3\sqrt3 - \sqrt7)$, то при ударе о плиту в СО плиты тело будет преобретать большую ск-ть по модулю при ударе и удар будет упругим.
Тогда $3\sqrt3 - \sqrt7 = U_{min}$.

Ответ: $v_2 = 12$ м/с; $(3\sqrt3 - \sqrt7)$ м/с $< U < 6\sqrt3$ м/с.

№3. 1) По т. Гаусса посчитаем $\vec{E_1}$ ~~в центре~~ на оси, проходящей через середину пластины $\perp$ ей.

В силу симметрии $\vec{E_1} \perp$ плоскости пластины (на оси, проход. через середину) $\Rightarrow E_1 = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0}$

$\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow BC = AB$. E_2 аналогично $E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



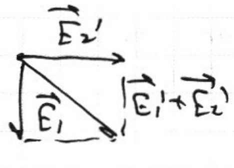
$$E' = |\vec{E_1}+\vec{E_2}| = \sqrt{2}\,E_1 = \frac{\sqrt{2}\,\sigma_0}{2\varepsilon_0}$$

Когда заряжена BC $\Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

Когда BC и AB $\Rightarrow E' = \frac{\sqrt{2}\,\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow \boxed{\frac{E'}{E} = \sqrt{2}}$

В силу одинаковости пластин, даже если мы не будем пренебрегать краевыми эффектами, напряжённости всё равно будут равны по модулю и $\perp$ по направл. и отношение напряж. в I и II случаях $\sqrt{2}$.

2) Пренебрегая краевыми эффектами:

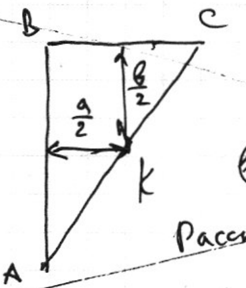


$E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_1 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

$\rightarrow |\vec{E_1}+\vec{E_2}| = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{4}+1} = \frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$

~~Не пренебр.:~~



~~$BC = a$; $AB = b \Rightarrow \frac{a}{b} = tg\frac{\pi}{7} \Rightarrow b = a\,ctg\frac{\pi}{7}$~~

~~Расстояние от K до AB — $\frac{a}{2}$. Его отношение к b равно $\frac{a}{2b} = \frac{a}{2a\,ctg\frac{\pi}{7}} = \frac{tg\frac{\pi}{7}}{2}$~~

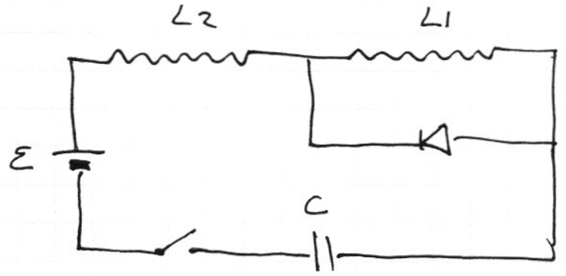
~~Расстояние K до BC — $\frac{b}{2}$. Отношение $\frac{b}{2a} = \frac{a\,ctg\frac{\pi}{7}}{2a} = \frac{ctg\frac{\pi}{7}}{2}$. Предположим, что напряжение на центральной оси убывает пропорционально расстояние в (-2) степени.~~

~~Тогда $E_1' = \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot\frac{\alpha\cdot 2}{ctg\frac{\pi}{7}}$; $E_2' = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot\frac{\alpha\cdot 2}{tg\frac{\pi}{7}}$.~~

Ответ: $\sqrt{2}$; $\frac{\sigma\sqrt{5}}{2\varepsilon_0}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



1) Вначале диод закрыт.

$\dot q = I$

$\mathcal{E} = (L_1+L_2)\dot I + \frac{q}{C}$

$\Rightarrow \ddot q \cdot 3L + \frac{q}{C} - \mathcal{E} = 0$

Замена: $\theta = q - \cancel{3L}C\mathcal{E} \Rightarrow \ddot\theta = \ddot q$

$\ddot\theta + \frac{\theta}{3LC} = 0$; $\omega_0^2 = \frac{1}{3LC}$

$\theta = A\sin\omega_0 t + B\cos\omega_0 t = q - \cancel{3L}C\mathcal{E}$

$q(0)=0 \Rightarrow 0 = \cancel{3L}C\mathcal{E} + B \Rightarrow B = -\cancel{3L}C\mathcal{E}$; $q = \mathcal{E}C(1-\cos\omega_0 t)$

$I = A\omega_0\cos\omega_0 t - B\omega_0\sin\omega_0 t$

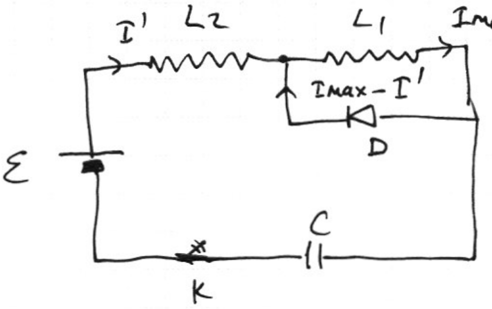
$I(0)=0 \to 0 = A$

$I(t) = -B\omega_0\sin\omega_0 t = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{3LC}}\sin\omega_0 t = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}\sin\omega_0 t$

$\dot I(t) = \frac{\mathcal{E}}{3L}\cos\omega_0 t = \frac{\mathcal{E}}{3L}\cos\omega_0 t$

т.к. параллельно L_1 подключен D, то $\dot I(t) \geq 0$.

(При максимальном токе открывается диод). Тогда
((т.е. при напряжении 0))



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

$L\ddot q' + \frac{q'}{C} - \mathcal{E} = 0$

$\theta' = q' - \cancel{3L}C\mathcal{E}$; $\ddot\theta' = \ddot q'$

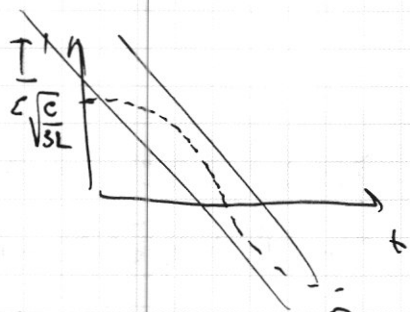
$\ddot\theta' + \frac{1}{LC}\theta' = 0 \to q' - C\mathcal{E} = A'\sin\omega' t + B'\cos\omega' t$

$\omega'^2 = \frac{1}{LC}$

$q' = \mathcal{E}C + A'\cos\omega' t + B'\sin\omega' t$

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

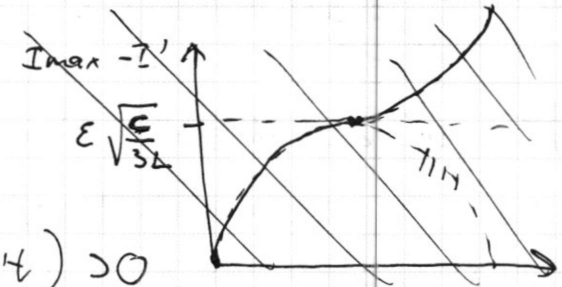
$I'(t) = B'\omega'\cos\omega' t$



$I'(0) = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}} = \frac{B'}{\sqrt{LC}} \Rightarrow B' = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{3}}$

$I'(t) = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}\cos\omega' t$

~~Ток I' уменьшается до , тогда ток через D становится~~



$q' = \mathcal{E}C + \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{3}}\sin\omega' t$

Ток на диоде: $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}(1-\cos\omega' t) > 0$

И колебания в такой цепи не прекращаются (ток на диоде всегда >0; система не возвращается к первой схеме).

1) $T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{3LC}$, но колебания длятся время $\frac{T}{4}$.

2) $I_{м1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

3) $I_{м2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

Ответ: $2\pi\sqrt{3LC}$; $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$; $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\cancel{q(0) = CE = B' + CE \Rightarrow B' = 2LCE}$$

$$\cancel{I' = A'\omega' \cos\omega' t - B'\omega' \sin\omega' t}$$

$$\cancel{I'(0) = \mathcal{E}\sqrt{3LC} = A'\omega' \Rightarrow A = \mathcal{E}\sqrt{3LC}\cdot\sqrt{LC} = \mathcal{E}LC\sqrt{3}}$$

$$\cancel{I'(t) = \frac{\mathcal{E}LC\sqrt{3}}{\sqrt{LC}}\cos\omega' t - \frac{2LC\mathcal{E}}{\sqrt{LC}}\sin\omega' t = \mathcal{E}\sqrt{3LC}\cos\omega' t - 2\mathcal{E}\sqrt{LC}\sin\omega' t}$$

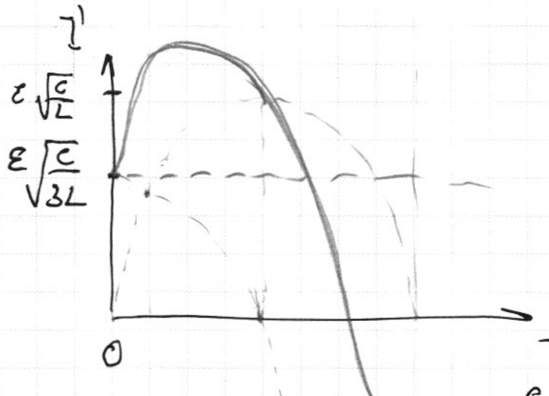
$$q' = \mathcal{E}C + A'\sin\omega' t + B'\cos\omega' t$$

$$q'(0) = \mathcal{E}C \Rightarrow \mathcal{E}C = C\mathcal{E} + B' \Rightarrow B' = 0$$

$$I' = A'\omega'\cos\omega' t - B'\omega'\sin\omega' t$$

$$I'(0) = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}} = \frac{A'}{\sqrt{LC}} \Rightarrow A' = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{3}}$$

$$I'(t) = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{3}}\cdot\frac{1}{\sqrt{LC}}\cos\omega' t + \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{LC}}\sin\omega' t = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}\cos\omega' t + \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\omega' t$$



Ток на диоде $I_{max} - I' > 0$

$$\frac{\mathcal{E}}{\sqrt{3}}\sqrt{\frac{C}{L}} > I'$$

Найдём момент, когда $I' = I_{max}$

$$\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}\frac{1}{\sqrt{3}}\cos\omega' t + \sin(\omega' t)\,\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{\mathcal{E}}{\sqrt{3}}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$\cos\omega' t + \sqrt{3}\sin(\omega' t) = 1$$

$\cancel{\sqrt{2}\sin}$ $\cancel{2\cos\left(\frac{\pi}{3}+\omega' t\right) = 1}$ $2\sin\left(\frac{\pi}{6}+\omega' t\right) = 1$

$\cancel{\cos\left(\frac{\pi}{3}+\omega' t\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\pi}{3}+\omega' t = \frac{2\pi}{3}}$ $\frac{\pi}{6} + \omega' t = \frac{5\pi}{6}$

$$\omega' t = \frac{2\pi}{3}$$

$$t = \frac{2\pi}{3}\sqrt{LC}$$

что-то не так.

$$\mathcal{E} = \dot{I}(L_1+L_2) + \frac{q}{C}$$

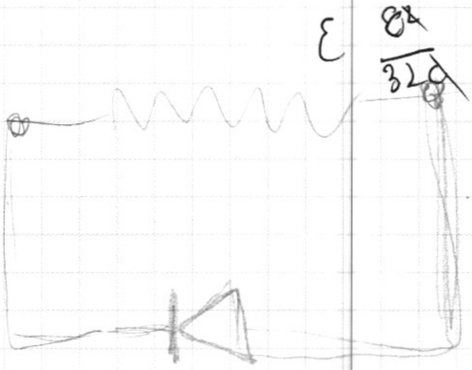
$$\ddot{q}(L_1+L_2) + \frac{q}{C} - \mathcal{E} = 0$$

$\frac{\sqrt{3}\,\mathcal{E}}{\sqrt{LC}}$

2)

$$\frac{q}{3LC} - \mathcal{E}$$

$$\frac{1}{3LC}(q - 3LC\mathcal{E})$$



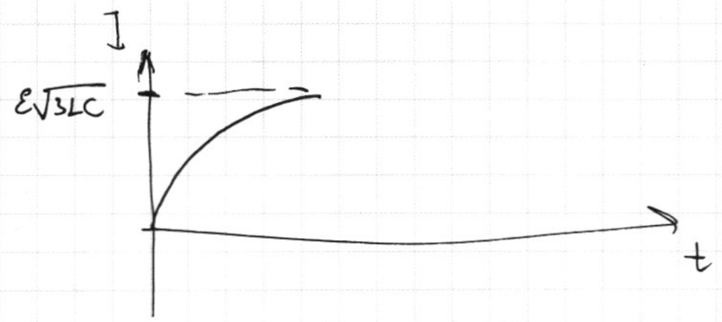
$\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

$$-3LC\mathcal{E}\cos\omega_0 t + 3LC\mathcal{E}$$

$\ddot{q} + \frac{q}{3LC} - \frac{\mathcal{E}}{3L}$

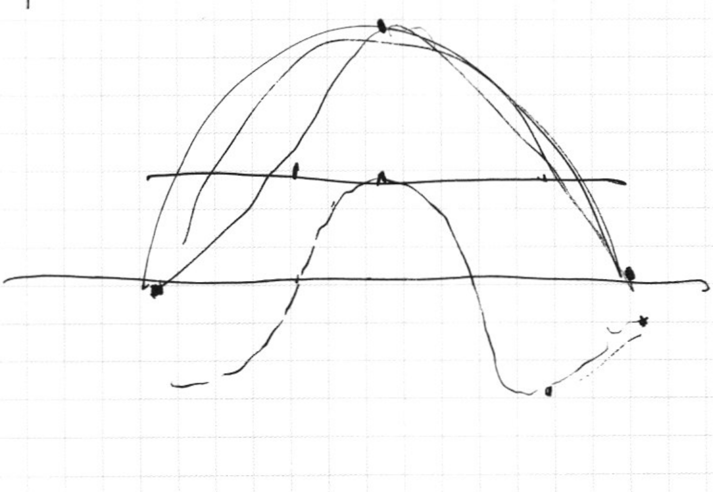
$$q = 3LC\mathcal{E}$$

$\frac{1}{3LC}(q - \mathcal{E}C)$



$\frac{\mathcal{E}}{3L}$ $\quad \frac{\mathcal{E}\sqrt{C}}{\sqrt{3L}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3LC}}$

$\frac{\mathcal{E}}{3L}\sqrt{\frac{C}{C}}$



☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

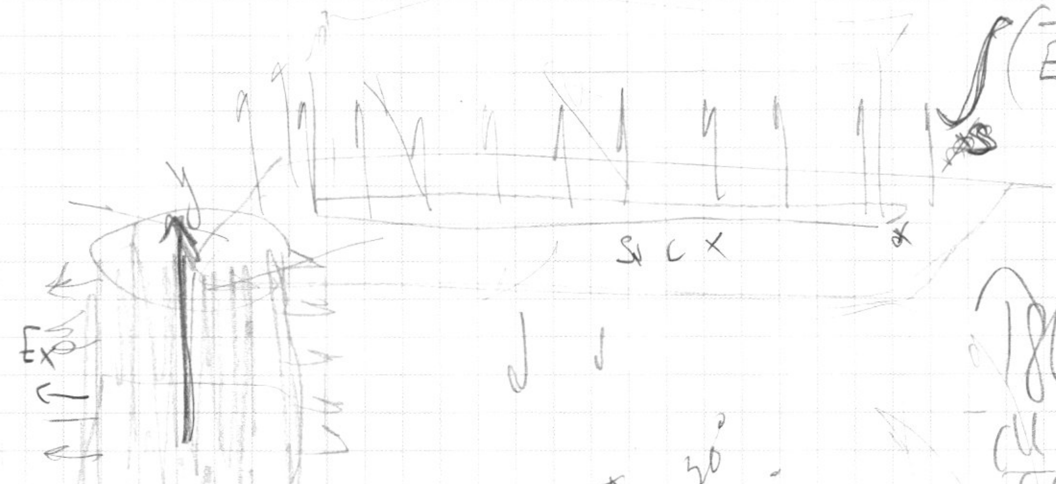
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\oint (\vec{E}, d\vec{S}) = \frac{\Sigma Q}{\varepsilon_0}$$



$2E S x = \sigma S x / \varepsilon_0$

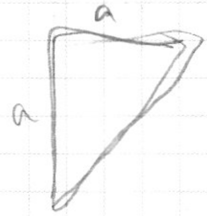
$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$\frac{\pi}{6} = 30^\circ$

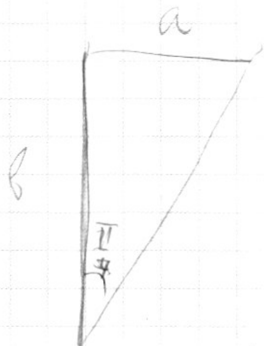
$\frac{\pi}{7} = \frac{180^\circ}{7}$

$180 \,|\, 7$
$23,714$

$23,7^\circ$



$\frac{a}{b} = \sin\frac{\pi}{7} < \frac{\sqrt{3}}{2}$



1,71

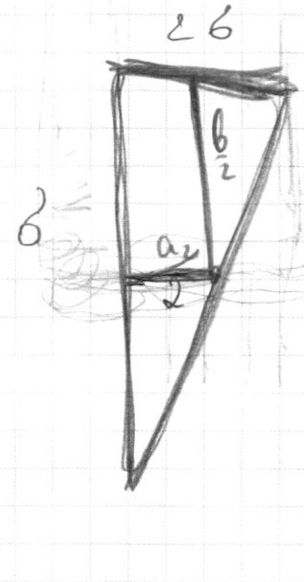
0,855

1,71

171

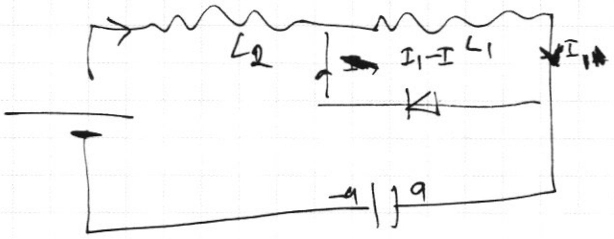
85,5

$\frac{100}{171}$



$I_2 = I + I_1$

$\cancel{I_2 = I}\ I$



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$5V_1 = 3V_2 = 3(V - V_1)$

$3V - 3V_1$

$8V_1 = 3V$

$V_1 = \frac{3}{8}V$

$Q =$

$V_2 = \frac{5}{8}V$

$$\mathcal{E} = L_2(\dot{I}_2 - \dot{I}_1) + L_1\dot{I}_2 + \frac{q}{C}$$

$$\frac{dq}{dt} = I_2 - I_1$$

$$\varepsilon = L_2\dot{I} + L_1(\dot{I}_1 - \dot{I}) + \frac{q}{C}$$

$\boxed{\frac{1}{8}}V$

$I_1 > I$

$$\dot{q} = \frac{dq}{dt} = I$$

$$V_1 + V_2 = V_1 + \frac{V_1 T_2}{T_1} = \text{const}$$

$$\varepsilon = L\dot{I} + 2L\dot{I}_1 - 2L\dot{I} + \frac{q}{C}$$

$dT_2 T_1 = dT_1 \cdot T_2$

$$\mathcal{E} = 2L\dot{I}_1 - L\dot{I} + \frac{q}{C}$$

$$\frac{dT_2}{dT_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{dT_2}{T_1} + \frac{dT_1}{T_1^2} \cdot T_2 = 0$$

$$\mathcal{E} = 2L\dot{I}_1 - L\ddot{q} + \frac{q}{C}$$

$1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$

$$u_0 = L_1\dot{I}_1$$

$$\int_{T_2}^{T}\frac{dT_2}{T_2} = \int_{T_1}^{T}\frac{dT_1}{T_1}$$

$T_1 = T_2$

что —???

$dT_2 T_1 = dT_1 T_2$

$$\ln\frac{T}{T_2} = \ln\frac{T}{T_1}$$

$\frac{16}{16} - \frac{9}{16} = \frac{7}{16}$

$$\frac{dT_2}{T_2} = \frac{dT_1}{T_1}$$

1. $MV - mV_1\cos\alpha = MV' + mV_2\cos\beta$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{7}}{4}$

$\cancel{m}V_1 \sin\alpha = \cancel{m}V_2\sin\beta$

$\cos\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$

Бред(((

$\frac{9}{4} - \frac{9}{4}$

$$V_2 = V_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = V_1\frac{3}{4}\cdot\frac{2}{2} = \frac{3}{2}V_1$$

$p_1 = \frac{\nu RT_1 8}{3V}$

$800\frac{\nu R}{V}$

$\frac{\nu R}{V}\cdot\frac{300\cdot 8}{3}$

$\frac{5}{4}$

$$M(V - V') = m\left(V_1\cos\alpha + V_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\cos\beta\right) = m\left(V_1\frac{\sqrt{7}}{4} + V_1\cdot\frac{3}{2}\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$\frac{mV_2^2}{2} - \frac{m}{2}(V_1)^2 = m$$

$$\frac{V_1}{4}(\sqrt{7} + 3\sqrt{3})\,p = \frac{\nu RT \cdot 1}{V}$$

$$\frac{m}{2}\left(\frac{9}{4}V_1^2 - V_1^2\right) = \frac{5}{4}\cdot\frac{m}{2}\cdot V_1^2 = \frac{5mV_1^2}{8}$$

400

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

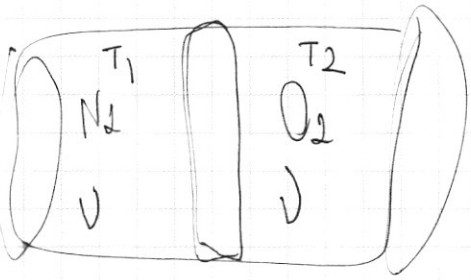
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$p_1 V_{N_2} = \nu R T_1$

$p_1 V_{O_2} = \nu R T_2$

$\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = \frac{T_1}{T_2}$

$u^2 + \frac{m^2}{M^2} \cancel{4} (3\sqrt{3}+\sqrt{7})^2 -$

$- 4\frac{u m}{M}(3\sqrt{3}+\sqrt{7})$

$- \frac{4 u m}{\cancel{M}}(3\sqrt{3}+\sqrt{7})$

$p_2 V'_{N_2} = \nu R T$

$p_2 V'_{O_2} = \nu R T$

$V = V_{N_2} + V_{N_2}\frac{T_2}{T_1} = V_{N_2}\left(\frac{T_2}{T_1}+1\right) =$

$Q=$

$\cancel{p' V_1 = \nu R}$

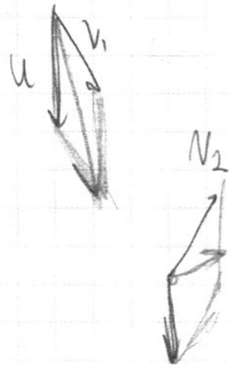
$V_2 = \frac{V}{2} = \frac{\nu R T_1}{2 p_1}\left(\frac{T_2}{T_1}+1\right)$

$\frac{m V_1^2 7}{16} = -4$

$p dV$ ~~изобарный~~

$\cancel{V = \frac{\nu R T}{p}}$

$C_V \nu (T - T_1)$



$pV = \nu R$

$p_k V_k = \nu R T_k$

$p_k dV_k + dp_k V_k = \nu R dT_k$

$\frac{\cancel{\nu R} T_{N_2}}{V_{N_2}} = \frac{\cancel{\nu R} T_{O_2}}{V_{O_2}}$

$V_{O_2} + V_{N_2} = const$

$T_{N_2} V_{O_2} = T_{O_2} V_{N_2}$

$V_{O_2} + V_{O_2}\frac{T_{N_2}}{T_{O_2}} = const$

$dT_{N_2} V_{O_2} + T_{N_2} dV_{O_2} = dT_{O_2} V_{N_2} +$

$\downarrow 8\frac{\sqrt{7}}{16} = \frac{\sqrt{7}}{2}$

$1 + \frac{T_{N_2}}{T_{O_2}} = const$

m

$dT_{N_2} \cdot T_{O_2} = dT_{O_2} \cdot T_{N_2}$

$m v_1^2\left(1 - \frac{9}{16}\right) = m v_1^2 \frac{7}{16} = M$

$\frac{dT_{N_2}}{dT_{O_2}} = \frac{T_{N_2}}{T_{O_2}}$

$u^2 + \frac{m^2}{M^2}($

$\uparrow 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$6\sqrt{3}$

$u' = u - \frac{m}{2} 2(3\sqrt{3}+\sqrt{7})$

$V - V' = \frac{m}{M}\cdot 2(3\sqrt{3}+\sqrt{7})$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)