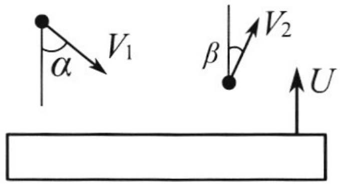
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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 $\alpha\left(\sin\alpha=\frac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\frac{1}{2}\right)$ с вертикалью.



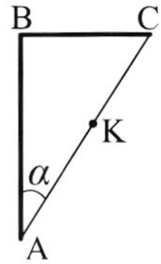
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

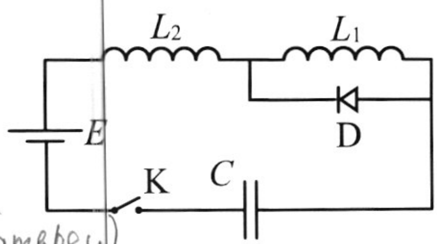
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

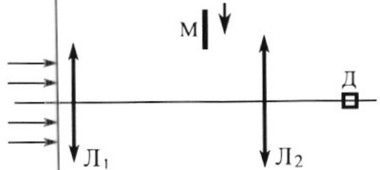
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

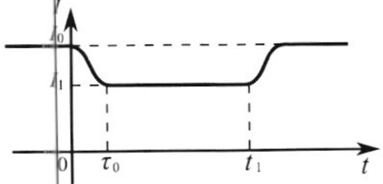
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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. (Работа батареи)

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)»

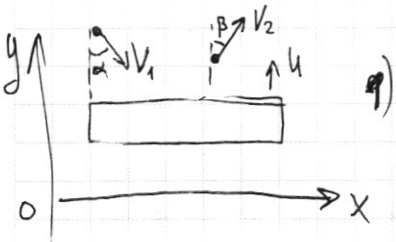
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

$V_1 = 8$ м/с $\quad \sin\alpha = \frac{3}{4} \quad \sin\beta = \frac{1}{2}$



1) по ЗСИ на ось X:

пусть масса шарика m, плиты M, то

$mV_1 \sin\alpha = mV_2 \sin\beta$ (т.к внешних сил на ось OX нет (на шарик)) (т.к гладкая плита)

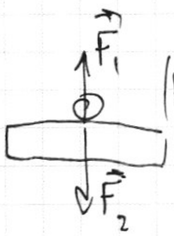
$\Rightarrow V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta$

$V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 8 \cdot \frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{2}} = 8 \cdot \frac{3}{2} = 12$ м/с

2)

Запишем ЗСИ на OY:

и закон изменения импульса на OY:



$|\vec{F_1}| = |\vec{F_2}|$

$\Delta P_{шу} = F_\Delta t$ (Δt - время соударения)

$\Rightarrow m(V_2 \cos\beta + V_1 \cos\alpha) = F_\Delta t$

(F - средняя сила взаимодействия шарика и плиты во время столкновения)

т.к удар неупругий выделяется тепло $\Rightarrow$?

$\Rightarrow$ ЗСЭ ничего не даст

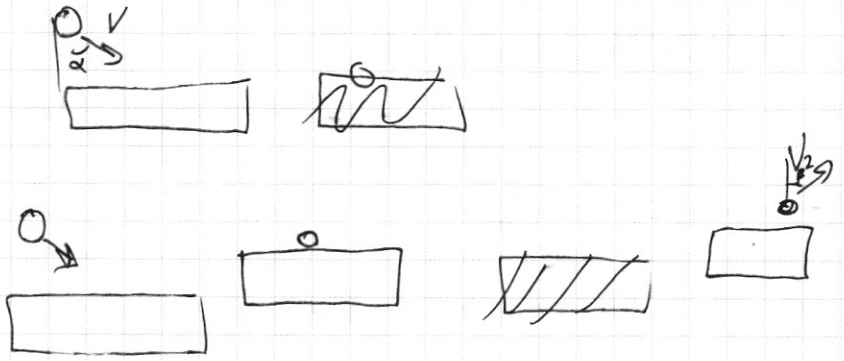
ЗСИ: $m(V_2 \cos\beta + V_1 \cos\alpha) = M(U - U_2)$

$U(t) = U - at =$

$U(t) = U - \frac{F_\Delta t}{M}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)



скорость плиты не может превышать

$U \le V_2 \cos\beta$ иначе шарик будет прижат к плите

или точно не отскочит с V_2 и углом β

$U \le 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}$ м/с

$U > 0$ (по усл)

Ответ: $V_2 = 12$ м/с ; $U \le 6\sqrt{3}$ м/с

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

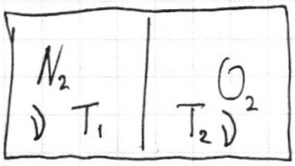
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 $\quad T_1 = 300K \quad T_2 = 500K$

$\nu_{O_2} = \nu_{N_2} = \nu$



(ур. Маєра)

$C_V = \frac{5R}{2}$ $\quad$ ~~$C_P = C_V + R$~~ $\quad C_P = C_V + R = \frac{7}{2}R$

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

$PV = \nu RT$

1) $N_2: V_{N_2} = \frac{\nu RT_1}{P_0}$

т.к у поршня нет трения ~~о~~ стенки, то $P_{N_2} = P_{O_2}$

$O_2: V_{O_2} = \frac{\nu RT_2}{P_0}$

в начальный момент $P_{N_2} = P_0 = P_{O_2}$

($V_{N_2}; V_{O_2}$ - начальные объемы азота и кислорода соотв.)

$$\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = \frac{\frac{\nu RT_1}{P_0}}{\frac{\nu RT_2}{P_0}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5}$$

2) В установившемся режиме температура каждого из газов будет $T_к$, а давление P_2 (т.к поршень проводит тепло и нет трения)

$PV = \nu RT \Rightarrow P_2 V_{N_к} = \nu RT_к \quad P_2 V_{O_к} = \nu RT_к$

$$\frac{V_{N_к}}{V_{O_к}} = \frac{\frac{\nu RT_к}{P_2}}{\frac{\nu RT_к}{P_2}} = 1 \Rightarrow V_{N_к} = V_{O_к}$$

запишем первое начало Т.Д. для каждого из газов

$N_2: Q_1 = \Delta U_1 + A_1$; $O_2: Q_2 = \Delta U_2 + A_2$ $\quad$ (где $Q_1; Q_2$ - подвед. тепло $\Delta U_1; \Delta U_2$ - изм. вн; A_1, A_2 - работа газа

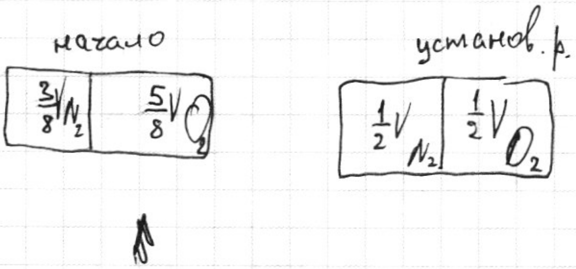
☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле) для N_2 индекс 1; для O_2 индекс 2)

N_2: $Q_1 = \Delta U_1 + A_1$ пусть объем сосуда V_c:

$Q_1 = \frac{5}{2}\nu R(T_k - T_1) + A_1$

$Q_2 = \frac{5}{2}\nu R(T_k - T_2) + A_2$

заметим, что $|Q_1| = |Q_2|$ т.к все тепло что выдал первый газ, получил второй (т.к сосуд теплоизолированный)



заметим, что т.к в любой момент $P_{N_2} = P_{O_2}$, то $|\Delta V_{N_2}| = |\Delta V_{O_2}|$

$\Rightarrow |A_1| = |A_2|$

заметим, что $A_1 > 0$; $A_2 < 0$ $\Rightarrow A_2 = -A_1$

т.к $T_k > T_1$, но $T_k < T_2$, то $Q_1 > 0$; $Q_2 < 0$ $Q_2 = -Q_1$

$$\Rightarrow \begin{cases} Q_1 = \frac{5}{2}\nu R(T_k - T_1) + A_1 \\ -Q_1 = \frac{5}{2}\nu R(T_k - T_2) - A_1 \end{cases} + \quad 0 = \frac{5}{2}\nu R(2T_k - T_1 - T_2) \Rightarrow 2T_k = T_1 + T_2$$

$$T_k = \frac{T_1 + T_2}{2}$$

$$T_k = \frac{800}{2}\text{к} = 400\text{к}$$

т.к $\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$, то ΔT в каждый момент времени равны и ΔV равны (по модулю) $\Rightarrow$ в каждый момент времени $P = const = P_{N_2} = P_{O_2}$

$\Rightarrow$ это изобарический процесс $\Rightarrow Q = C_p \nu \Delta T = \frac{7}{2}R\nu \cdot (T_k - T_1) =$

$= \frac{7}{2}R\nu \cdot 100\text{к} = \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8{,}31 \cdot 100 = \frac{3}{2} \cdot 8{,}31 \cdot 100 = \frac{831 \cdot 3}{2} = 1246{,}5$ Дж

т.к $Q_2 < 0 \Rightarrow Q > 0$

Ответ: $\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = \frac{3}{5}$; $T_k = 400\text{к}$; $Q = 1246{,}5$ Дж

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

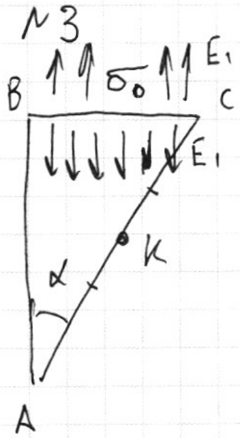
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3



1) пусть пов. плотность заряда $BC = \sigma_0$, то

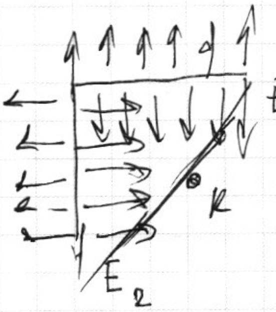
$E_1 = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0}$ (E - напряженность эл. поля)

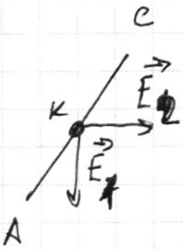
E_1 - E от пластины BC

$\left(E_{\text{плоскости}} = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0}\right)$ $\quad E_1 = E_{K_1}$ (E_{K_1} - напр. эл поля в точке К в первом сл.)

т.к $\alpha = \frac{\pi}{4}$, то треугольник - равнобедренный)

если пов пл. $AB = \sigma_0$, то

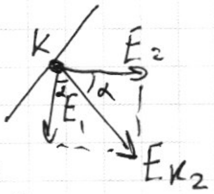




$E_2 = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0} = E_1$ (E_2 поле от ~~каждой из~~ пластины AB во втором сл.)

$\vec{E}_{K_2} = \vec{E_2} + \vec{E_1}$ (суперпозиция полей)

(E_{K_2} - напр. эл. поля в точке К во втором сл)

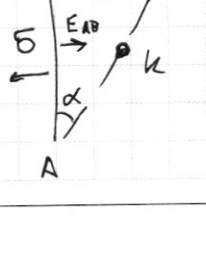


$\Rightarrow$ ~~E_{K_2}~~

$\Rightarrow E_{K_2} = \cos\alpha E_1 + \cos\alpha E_2 = 2\cos\alpha E_1$

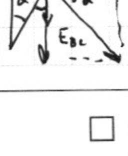
$\Rightarrow \frac{E_{K_2}}{E_{K_1}} = \frac{2\cos\alpha E_1}{E_1} = 2\cos\alpha = 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}$

2)



$E_{BC} = \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$ $\quad E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\vec{E}_K = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$



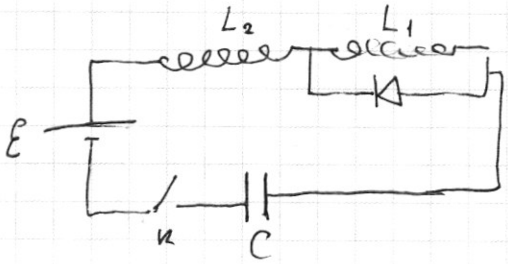
т.к $\vec{E}_{AB} \perp \vec{E}_{BC}$, то

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

$$E_k = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{1+\frac{1}{4}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\frac{\sqrt{5}}{2} = \frac{\sqrt{5}}{2}\cdot\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

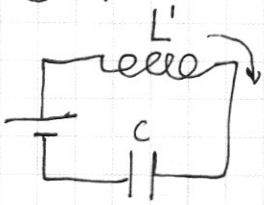
Ответ: 1) $\sqrt{2}$; 2) $E_k = \frac{\sqrt{5}}{2}\cdot\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

N 4 $\mathcal{E}$ - ЭДС



1) если считать диод идеальным, то удобно рассмотреть две стадии протекания тока в цепи

первая: конденсатор заряжается ⇒ направление тока в катушках слева направо, тогда диод закрыт ⇒ схема эквивалентна:



$L' = L_1 + L_2$

T_1 - период первого рассматриемого процесса

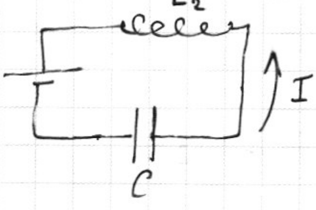
L' - эквивалентная катушка (катушкам L_1 и L_2)

$\left(\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}\right.$ т.к. $\left.\dot{I} + \frac{q}{CL} = const\right)$

$\Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{1}{L'C}} \Rightarrow T_1 = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{L'C} =$

$= 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$

теперь рассмотрим вторую стадию - разрядку конденс. ⇒ диод откроется ⇒ через катушку L_1 ток не пойдет ⇒ эквивалентная схема:



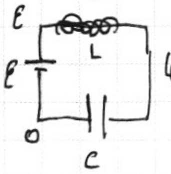
$\omega_2 = \sqrt{\frac{1}{L_2C}} \Rightarrow T_2 = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{L_2C}$

заметим, что период полного колебания системы равен сумме полупериодов её частей (т.к. T_1 и T_2 проходят в две стороны, а должны в одну)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Rightarrow T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi\sqrt{(L_1+L_2)C} + \pi\sqrt{L_2C} = \sqrt{3}\pi\sqrt{LC} + \pi\sqrt{LC} = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{3}+1)$$

вывод, что $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$

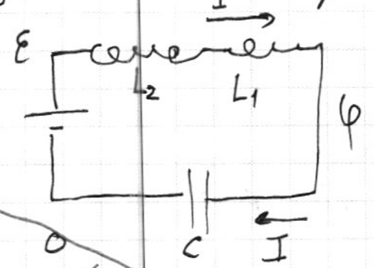


$L\dot{I} = \mathcal{E} - \varphi$; $\varphi C = q$

$\Rightarrow L\dot{I} = \mathcal{E} - \frac{q}{C}$

$\Rightarrow \dot{I} + \frac{q}{LC} = \frac{\mathcal{E}}{L} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$

2) I_{M_1} через L_1 т.к во ~~первом~~ втором случае $I_{L_1} = 0$, то I_{M_1} достигается в первом случае:



пусть ~~потенциал~~ напряжение на конденсаторе φ;

а ток в цепи I, то

$(L_2+L_1)\dot{I} = \mathcal{E} - \varphi$; $q_C = \varphi C \Rightarrow (L_2+L_1)\dot{I} + \frac{q}{C} = \mathcal{E}$

$\Rightarrow I_{L_1} = I_{L_2} = A\sin\left(\sqrt{\frac{1}{C(L_2+L_1)}}\,t\right)$ т.к $I_{L_1}(0) = 0$

запишем ЕСЭ:

$E_L + E_C = const$ если заряд конденсатора максимальный, то

$\varphi = \mathcal{E} \Rightarrow I = 0 \Rightarrow E_L = \frac{LI^2}{2} = 0$

$\Rightarrow E_C = \frac{CU_C^2}{2} = const$ $\quad U_C = \mathcal{E} \Rightarrow E_C = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

когда ток через L_1 и L_2 - максимальный, $\varphi = 0$ (т.к $\dot{I} = 0$)

$\Rightarrow E_C = \frac{CU_C^2}{2} = 0 \Rightarrow \frac{(L_1+L_2)I_{M_1}}{2} = const$

$\Rightarrow \frac{(L_1+L_2)I_{M_1}}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow I_{M_1} = \frac{C\mathcal{E}^2}{(L_1+L_2)} = \frac{C\mathcal{E}^2}{3L}$

3)

I_{M_2} через L_2: заметим, что через L_2 течёт ток и в первом, и во втором случае значит найдем максимальный ток в каждом из этих случаев и сравним результаты:

в первом: $I_{L_2} = I_{L_1} \Rightarrow I'_{M_2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{3L}$

во втором: аналогично: $\frac{L_2 I''^2_{M_2}}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow I''_{M_2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{L_2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{L}$

$I''_{M_2} > I'_{M_2} \Rightarrow I_{M_2} = I''_{M_2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{L}$

Ответ: $T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{3}+1)$; $I^2_{M_1} = \frac{C\mathcal{E}^2}{3L}$; $I^2_{M_2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{L}$

~~ЗСЭ в первом случае:~~

~~$A_б = \Delta E_L + \Delta E_C$~~

2) в первом случае: $I(0) = 0$ $\quad \dot{I}(0) = \dot{I}_{max}$ $\quad \dot{I}(t) = A\omega\cos\omega t$

$I(t) = A\sin\omega t$ $\quad I_{max} = I_{M_1} = A$ $\quad \dot{I}(0) = \dot{I}_{max} = A\omega$ (A - амплитуда)

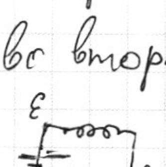
в $t=0$: $U_L = L'\dot{I}$ $\quad U_L = \mathcal{E}$ $\quad L' = L_1 + L_2$

$\Rightarrow \dot{I}_{max} = \frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2} \Rightarrow I_{M_1} = \frac{\dot{I}_{max}}{\omega} = \frac{\mathcal{E}}{L_1+L_2}\cdot\sqrt{(L_1+L_2)C} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

во втором случае: $I_{L_1} = 0$

3) в первом сл: $I_{M_2} = I_{M_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

во втором: конденсатор разряжается с напр $= \mathcal{E}$ до нуля



$\Rightarrow \dot{I}(0) = 0$ $\quad (\dot{I}_L = 0)$ $\quad q(0) = C\mathcal{E} \Rightarrow I(0) = I_{M_2} = \dot{q} = q_{max}\omega = C\mathcal{E}\sqrt{\frac{1}{CL}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

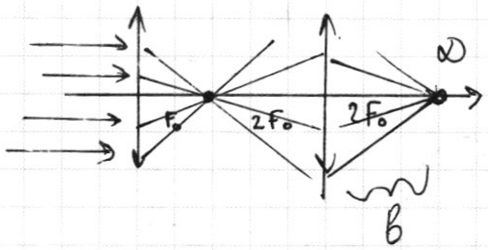
ЗСЭ: $\frac{C\mathcal{E}^2}{2} + A_б = \frac{L_2 I_{M_2}^2}{2}$ $\quad$ ~~$A_б = -\mathcal{E}(0 - C\mathcal{E}) = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$~~

$\Rightarrow I^2_{M_2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{L_2} \Rightarrow I_{M_2} = \sqrt{\frac{C}{L}}\,\mathcal{E}$

Ответ: $T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{3}+1)$; $I_{M_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$; $I_{M_2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

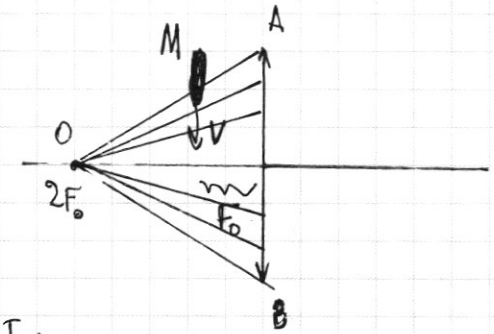
N 5



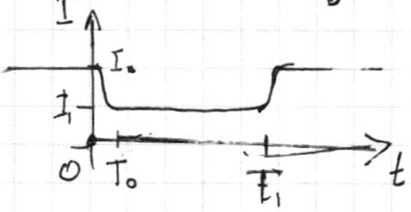
1) ~~параллел~~ параллельный Г.О. пучок света после прохождения первой линзы соберется в фокусе

⇒ уравнение тонкой линзы для $Л_2$ имеет вид: $\frac{1}{F_0}=\frac{1}{3F_0-F_0}+\frac{1}{b}$ ⇒ $\frac{1}{b}=\frac{1}{2F_0}$

⇒ $b=2F_0$ (b - расстояние от $Л_2$ до D)

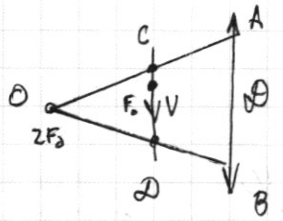


2) заметим, что если мишень летит на расстоянии $2F_0$ от $Л_1$, то до $Л_2$: $3F_0-2F_0=F_0$



время нахождения края мишени в "лучах, идущих в линзу": T_1

⇒ $V=\frac{CD}{T_1}$



~~из подобия~~ т.к. CD - ср.л. OAB, то $CD=\frac{AB}{2}=\frac{D}{2}$

⇒ $V=\frac{D}{2T_1}$

S - площадь

$\boxed{I \sim P}$ (~~I~~ интенсивность I - сила тока; P - мощность излучения)

т.к. очевидно, что $P \sim S_{линзы}$, на которую падает свет, то $\Delta I = I_0 - I_1 = I_0/4$ можно объяснить тем, что четверть линзы $Л_2$ была закрыта от лучей

$$\begin{cases} F = Ma \Rightarrow a = \frac{F}{M} \\ F_\Delta t = m(V_2 \cos \ldots) \\ -mV_1\cos\alpha + UM = mV_2\cos\beta + U_2M \end{cases}$$

$U_2 = a_\Delta t = U - \frac{F_\Delta t}{M} = U - \frac{F_\Delta t}{M}$

$-mV_1\cos\alpha - mV_2\cos\beta = \cancel{-UM} + \cancel{UM} - F_\Delta t$

$F_\Delta t = m(V_1\cos\alpha + V_2\cos\beta)$

$\frac{831}{2} = 415{,}5 \cdot 3 = 1246{,}5$

$P_1 = \frac{\nu R T_1}{\frac{3}{8}V_1}$

$P_2 = \frac{\nu R T_k}{\frac{1}{2}V_1}$

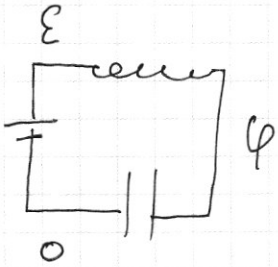
$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1 \cdot \frac{8}{3}}{T_k \cdot 2} =$

$C\cancel{\nu}\cancel{\Delta T} = \frac{i}{2}\cancel{\nu}R\cancel{\Delta T}$

$M_\Delta V$

$C = \frac{i}{2}R \quad i = 5$

$P_x V_x = \nu R T_k$



$L\dot{I} = \varepsilon - \varphi$

$C\varphi = q$

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

$\dot{I} + \frac{q}{CL} = \frac{\varepsilon}{L}$

$\boxed{PV_1 = \nu RT_1 \quad P_2V_2 = \nu RT_2}$

$PV_1 = \nu RT_1$

$PV_2 = \nu RT_2$

$(P+\Delta P)(V_1+\Delta V) = \nu R(T_1+\Delta T)$

$(P+\Delta P)(V_2-\Delta V) = \nu R(T_2-\Delta T)$

$\frac{V_1+\Delta V}{V_2-\Delta V} = \frac{T_1+\Delta T}{T_2-\Delta T}$

$\cancel{PV_1} + \Delta PV_1 + P_\Delta V = \nu RT_1 + \nu R_\Delta T$

$\Delta V(V_1+P) = \nu R_\Delta T$

$\Delta V(V_2+P) =$

$\Delta PV_1 + P_\Delta V = \nu R_\Delta T$

$\Delta PV_2 - P_\Delta V = -\nu R_\Delta T$

$\Delta PV_2 = -\Delta PV_1$

$V_2 = V_1$

☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

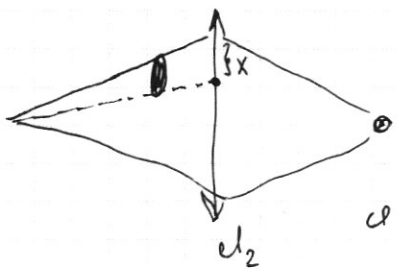
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

мишенью M ⇒ можно найти r – радиус мишени



заметим, что из-за мишени образуется темное пятно на линзе ~~ради~~ площадью X, как я ~~уже~~ уже сказал $P \sim I$; $P \sim S$ ⇒ $I \sim S$

⇒ $\frac{I_0}{I_2} = \frac{S_0}{S_2}$ ~~$I \sim \Delta S$~~ $S_0 = \pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4}$ $S_2 = S_0 - X$

⇒ $\frac{I_0}{\frac{3}{4} I_0} = \frac{\frac{\pi D^2}{4}}{\frac{\pi D^2}{4} - X}$ ⇒ $\frac{\frac{\pi D^2}{4}}{\frac{\pi D^2}{4} - X} = \frac{4}{3}$ ⇒ $-4X = -\frac{\pi D^2}{4}$

$X = \frac{\pi D^2}{16}$

т.к. r мишени $= \frac{1}{2} r_x$ (как ср/л), то

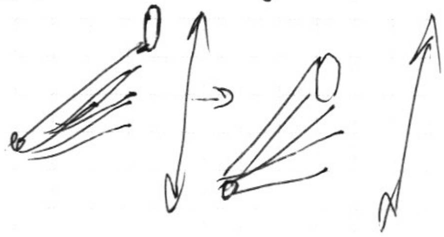
~~мишень~~

⇒ $r_x = \sqrt{\frac{X}{\pi}} = \frac{D}{4}$

(радиус пятна x)

⇒ r мишени $= \frac{D}{8}$

заметим, что за T_0 мишень успевает полностью залететь в пучок

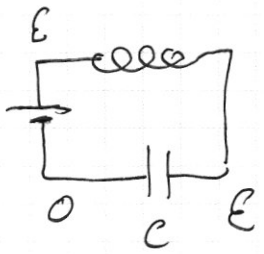


⇒ мишень преодолевает $2r$ мишени за время T_0 ⇒ $V = \frac{2r_{мин}}{T_0} = \frac{D}{4T_0}$

3) $V = \frac{D}{2T_1}$ (доказал ранее) ⇒ $\frac{D}{2T_1} = \frac{D}{4T_0}$ ⇒ $T_1 = 2T_0$

Ответ: $2F_0$; $V = \frac{D}{4T_0}$; $T_1 = 2T_0$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)



$\dot{I}(0) = 0 \quad I = I_{max}$

$I = C\dot{U} \quad U(0) = \varepsilon$

$q(0) = C\varepsilon \cos(\omega t)$

$I = \dot{q} = C\varepsilon\sqrt{\frac{1}{CL}} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{L}}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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