Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

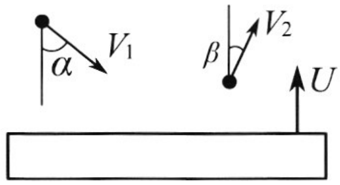
Класс 11

Вариант 11-02

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 6 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.

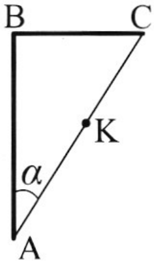


1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия T_1 = 330 К, а неона T_2 = 440 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. R = 8,31 Дж/(моль·К).
1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

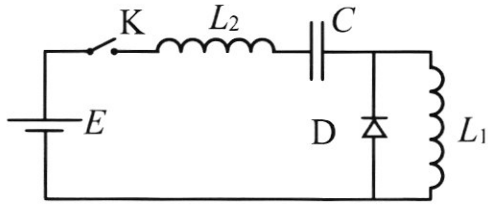
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

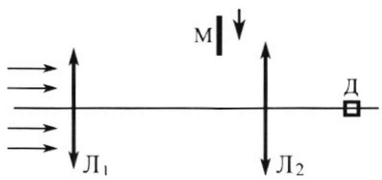
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

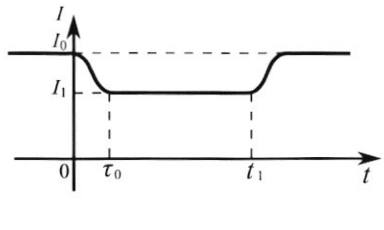
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. 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 $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.



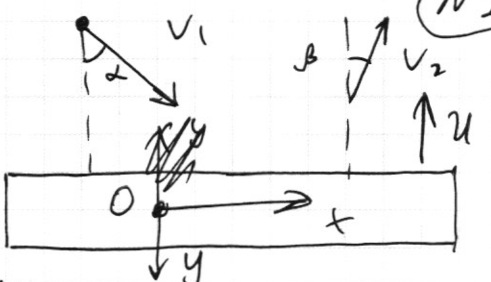


1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



1) Перейдем в систему отсчета плиты. В этой системе отсчета удар можно считать упругим, поскольку плита массивная, и она не пробретет скорости после удара, а сила реакции опоры не совершает при этом работы.

При этом можно обратить внимание на то, что отсутствуют силы трения, а, значит отсутствуют силы в горизонтальном направлении (оси Ox на рисунке), поэтому ~~импульс~~ проекция импульса на ось X не изменяется. Таким образом: $mV_1\sin\alpha = mV_2\sin\beta \Rightarrow$

$$\Rightarrow V_2 = V_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 6\cdot\frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12\ \frac{м}{с}$$

2) Вернемся к СО плиты. Как было замечено ранее, в этой СО удар упругий, поэтому скорость шарика до удара равна скорости после удара (по модулю). Поскольку проекции на оси X у v_1 и v_2 равны (и в СО плиты), то это означает, что равны проекции на вертикальную ось Y (по модулю, Y-вертикальная ось)

№1

$v'_{y0} = V_1\cos\alpha + u$ – проекция начальной скорости в СО плиты на ось OY ⇒

⇒ $v_y' = -V_1\cos\alpha - u$ – проекция скорости после удара в СО плиты на ось OY.

Напомним, что получившаяся скорость после удара найдена в СО плиты, поэтому, переходя в СО Земли, получаем:

$$v_{2y} = -V_1\cos\alpha - 2u = -V_2\cos\beta$$

$$2u = V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha \Rightarrow \cancel{2}\cdot u = \frac{V_2\cos\beta - V_1\cos\alpha}{2} = \frac{2\sqrt{2}}{3}\cdot 12 -$$

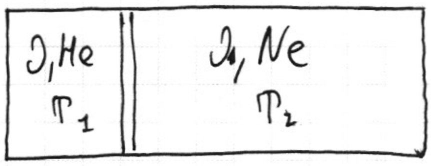
$$= \frac{\frac{2\sqrt{2}}{3}\cdot 12 - \frac{\sqrt{5}}{3}\cdot 6}{2} = (4\sqrt{2}-\sqrt{5})\ \frac{м}{с}.$$ Если и в СО плиты удар всё же неупругий, то u должно быть не меньше этого значения

$$\boxed{\text{Ответ: 1) } V_2 = 12\ \frac{м}{с};\ 2)\ u \geq (4\sqrt{2}-\sqrt{5})\ \frac{м}{с}}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2



1) По закону Менделеева-Клапейрона:

He: $p_0 V_{He} = \nu R T_1$

Ne: $p_0 V_{Ne} = \nu R T_2$

(трение отсутствует, поэтому поршень в равновесии только при условии равенства давлений)

Таким образом: $\frac{V_{He}}{V_{Ne}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330\,K}{440\,K} = \frac{3}{4} = 0{,}75$

2) Поскольку сосуд теплоизолирован, трение отсутствует, то сохраняется общая внутренняя энергия системы:

$\frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_2 = \frac{3}{2} 2\nu R T \Rightarrow T_1 + T_2 = 2T \Rightarrow T = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{330+440}{2} = \frac{770}{2} = 385\,K$

3) $Q = A + \frac{3}{2}\nu R \Delta T = A + \frac{3}{2}\nu R (T - T_1)$

Запишем закон Менделеева-Клапейрона в таком виде:

$p(V_{He}+V_{Ne}) = \nu R(T_1+T_2)$. Как было выяснено ранее, внутренняя энергия постоянна, и равна $U = \frac{3}{2}\nu R(T_1+T_2) = const \Rightarrow \nu R(T_1+T_2) = const$.

Объем сосуда $V_{He}+V_{Ne}$ также постоянен, поэтому постоянно давление → наблюдается изобарический процесс. Работа A равна:

$A = p\Delta V = \nu R(T - T_1) \Rightarrow Q = \nu R(T - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) =$

№2

$$= \frac{5}{2}\nu R(T-T_1) = \frac{5}{2}\nu R\left(\frac{T_1+T_2}{2}-T_1\right) = \frac{5}{2}\nu R\,\frac{T_2-T_1}{2} = \frac{5}{4}\nu R(T_2-T_1)$$

Таким образом, неон передал гелию количество теплоты, равное:

$$Q = \frac{5}{4}\nu R(T_2-T_1) = \frac{\cancel{5}}{\cancel{4}_2}\cdot\frac{\cancel{6}\,3}{\cancel{25}\,5}\cdot 8{,}31\cdot 110\ (\text{Дж}) =$$

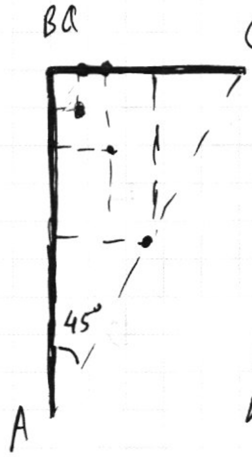
$$= 33\cdot 8{,}31\ (\text{Дж}) = 274{,}23\ \text{Дж}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } 1)\ \frac{V_{He}}{V_{Ne}} = 0{,}75;\ 2)\ T = 305\,K;\ 3)\ \cancel{Q}\,Q = 274{,}23\ \text{Дж}}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

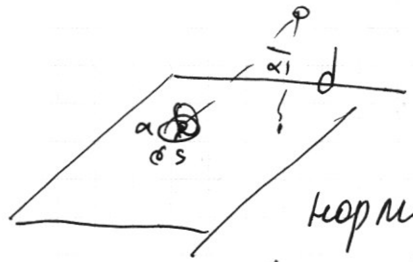
№3

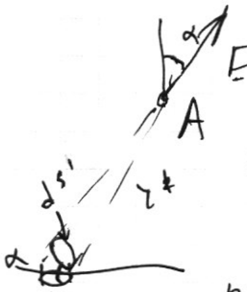


1) Ясно, что поле в т. К направлено по нормали к пластинам (К — ~~серединной точка~~ — точка серединного перпендикуляра к BC и AB + симметрия бесконечных пластин)

Расстояния от AB до K и от BC до K при $\alpha = \frac{\pi}{4} = 45°$ равны, поэтому, т.к. пластины имеют одинаковые габариты и заряжены равной поверхностной плотностью, то их поле в т. К равно ($BC = AB$, $\sigma_1 = \sigma_2$). Поля, создаваемые пластинами, перпендикулярны друг другу, поэтому $\vec{E}' = \sqrt{2} E_1$, где E_1 — поле, создаваемое одной пластиной. Таким образом, $\frac{E'}{E_1} = \sqrt{2} \approx 1,41$.

2)





Поле, создаваемое ~~м~~ небольшим элементом пластины в т. А равно $\frac{\sigma dS}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$. Мы рассматриваем ~~нормал.~~ нормальную составляющую поля, поэтому $dE_n = \frac{\sigma dS \cos\alpha}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$. Теперь заметим, что телесный угол $d\Omega$, под которым виден элементарный элемент dS, равен: $d\Omega = \frac{dS\cos\alpha}{r^2}$

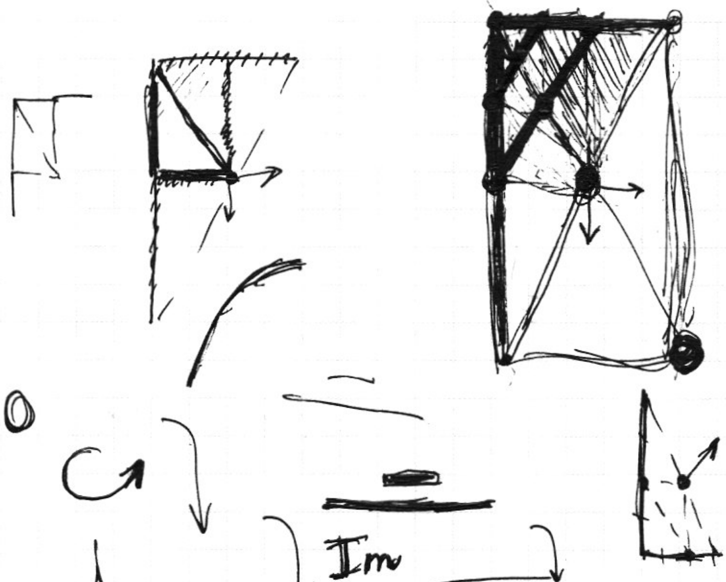
pV

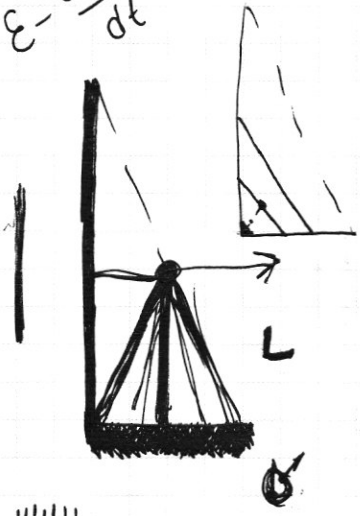
$p'V = \nu R(T_1+T_2)$

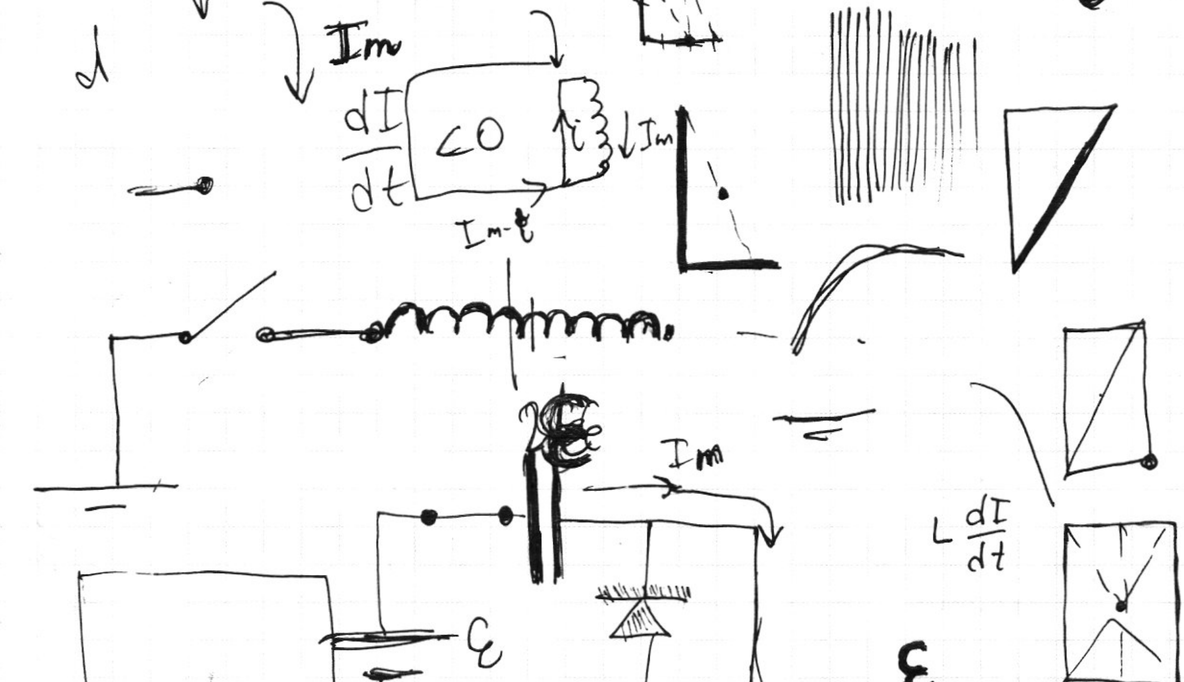
$L\frac{\ddot q}{2} + \frac{q}{C}$

$\varepsilon +$

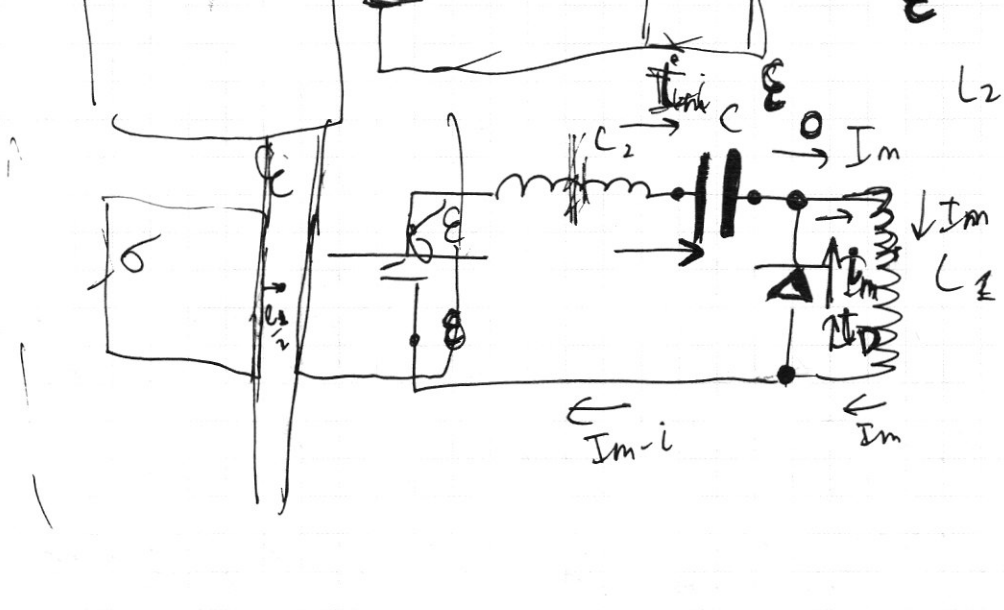
$\varepsilon - L\frac{dI_2}{dt} = \frac{q}{C}$







$L_2\frac{dI_2}{dt} + U_C = \varepsilon$



q_c

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Поэтому, $dE_n = \frac{\sigma d\Omega}{4\pi\varepsilon_0} \Rightarrow E_n = \frac{\sigma\Omega}{4\pi\varepsilon_0}$, где Ω — телесный угол, под которым видна пластина из точки A. Для прямоугольной ~~рав~~ бесконечной пластины ясно, что $\Omega \propto \frac{l}{d}$ где l — ширина пластины, d — расстояние от т.А. до пластины.

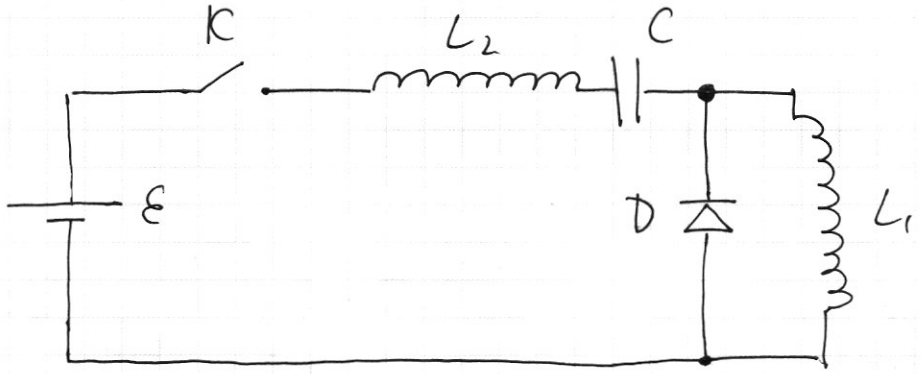
Таким образом, $E_n \propto \frac{l}{d} \Rightarrow \frac{E_{n1}}{E_{n2}} = \frac{l_1}{l_2} \cdot \frac{d_2}{d_1}$

$l_{AB} = l\cos\alpha$; $l_{BC} = l\sin\alpha$; $d_{AB} = \frac{l}{2}\sin\alpha$; $d_{BC} = \frac{l}{2}\cos\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{E_{nAB}}{E_{nBC}} = \frac{l\cos\alpha}{l\sin\alpha} \cdot \frac{\frac{l}{2}\cos\alpha}{\frac{l}{2}\sin\alpha} = \frac{\cos^2\alpha}{\sin^2\alpha}$. Предположим, что $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow$

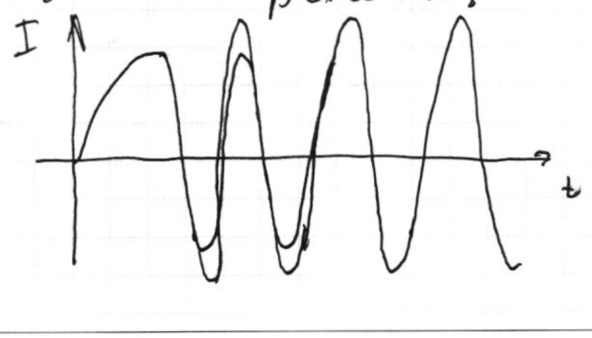
Ответ: 1) в 1,41 р

№4



~~Когда диод закрыт~~,

В начале, пока ток в цепи возрастает, диод ни на что не влияет. ~~Когда ток после замыкания ключа достигнет своего максимального значения~~. Ток в L_1 не может понижаться, поскольку напряжение на диоде в открытом состоянии равно нулю. Значит, после достижения максимального значения тока, он продолжит течь через L_1, оставаясь постоянным, пока диод открыт. Ток в катушке L_2, конденсаторе и источнике ЭДС начнет падать, компенсируясь возникающим током в диоде, который обеспечивает постоянство тока через L_1. ~~Цепь будет в таком состоянии, пока ток снова не достигнет экстремума~~. Цепь остается в таком состоянии и далее. Приведем схематично графики зависимости тока от времени:



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$D << F_0$

$1{,}5F_0 - F_0 = 0{,}5F_0$

$\frac{1}{0{,}5F_0} + \frac{1}{f} = 1$

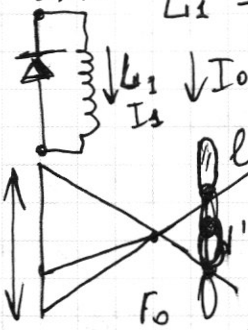
$\frac{1}{\frac{1}{2}F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{F_0}{3}}$

$\frac{2}{F_0} + \frac{1}{f} = \frac{3}{F_0}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow f = F_0$

$\boxed{l = v\tau_0}$

1) F_0



L_1 I_1

$L_1 \quad L\frac{dI}{dt}$

$L_1 \frac{dI_1}{dt}$

$I \propto P_{света}$

$I_{02} m$ I

D

l

d'

F_0

$3L\frac{dI_1}{dt}$

$\frac{dI_1}{dt}$

$\frac{d'}{D} = \frac{F_0}{4F_0}$

$0 \frac{dI_1}{dt}$

$\boxed{d' = \frac{D}{4}}$

$\frac{D \cdot 36}{4 \cdot D}$

$\tau_0 = \boxed{9\tau_0}$

$k\nu$

$Nh\nu$

l

d'

$d' = \frac{D}{4}$

O

l

$\frac{l}{d'} = \frac{1}{9}$

$\boxed{v = \frac{D}{36\tau_0}}$

1,41
1,41
1,41
141
564

$\frac{D}{36} = l$

$v\tau_0 = \frac{D}{36}$

$\sqrt{2} =$

$pV_1 = \nu R \Delta T$

$p(V_0 - \Delta V) = \nu R(\Delta T)$

$p(V_0 + \Delta V) = \nu R(\Delta T + T_1)$

p, d_1, l_2, σ_2, α, d_2, C, O

d_1, $\frac{l}{2}$

$\frac{l}{2}$

$d_1 = \frac{l}{2} s$

1,96 = 1,4

14, 3, 3ν, 3ν

$\sigma S'$

$\sigma a = \frac{da}{a} = \lambda da$

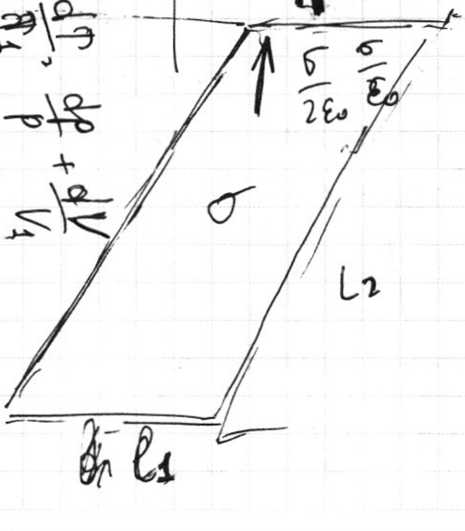
λ

$\frac{a}{\sigma a^2}\frac{da}{a}$

$\lambda = \sigma a$

$3\nu\delta$

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



σ

l_2

l_1

A

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

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

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

p'

$pV_1 = \nu R T_1$

$dpV_1 + pdV + \Delta p =$

$\nu R dT$

$\nu R dT_1$

$\frac{T_1}{T_1 + T_2}$

$\frac{dT}{T_1} + \frac{dT}{T_2} =$

$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V_1}$

$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V_2}$

$\frac{dT}{T_1} = \frac{-dT}{T_2}$

$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V_1} = \frac{dp}{p} + \frac{-dV}{V_2}$

$\frac{l}{2}$

№4

Таким образом, первое колебание произойдет с периодом $\frac{\pi}{2}\sqrt{5L(L_1+L_2)C} + \frac{3\pi}{2}\sqrt{L_2C} = \frac{\pi}{2}\sqrt{5LC} + \frac{3\pi}{2}\sqrt{2LC} = \frac{\pi}{2}\sqrt{LC}(\sqrt{5}+3\sqrt{2})$. После того, как установится ток в L_1

$T' = 2\pi\sqrt{2LC} = 2\sqrt{2}\pi\sqrt{LC}$

2) Максимальный ток через катушку L_1 (он же и является тем током, который постоянно, не изменяясь, течет через него после опр. момента) равен, по закону сохранения энергии:

$$\frac{(L_1+L_2)I_{01}^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = \mathcal{E}q \text{ (конденсатор в начале не заряжен)}$$

Максимум при: $\mathcal{E}q - \frac{q^2}{2C} \to min \Rightarrow q = C\mathcal{E}$.

Ток I_{01} равен $I_{01}^2 = \frac{2}{L_1+L_2}\cdot\left(C\mathcal{E}^2 - \frac{C^2\mathcal{E}^2}{2C}\right) = \frac{2}{L_1+L_2}\cdot\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{5L} \Rightarrow \boxed{I_{01} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\cdot\mathcal{E}}$

3) Для I_{02} (если предположить, что $I_{02} > I_{01}$) ЗСЭ выглядит так

$$\mathcal{E}q = \frac{q^2}{2C} + \frac{L_1 I_{01}^2}{2} + \frac{L_2 I_{02}^2}{2}; \ I_{02} = max \text{ при } q = C\mathcal{E} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{L_1 I_{01}^2}{2} = L_2\frac{I_{02}^2}{2} \Rightarrow L_2 I_{02}^2 = C\mathcal{E}^2 - \frac{3L\cdot C}{5L}\mathcal{E}^2 = 2LI_{01}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{02} = I_{01} \Rightarrow I_{02} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\mathcal{E}$$

Ответ: 1) $T_0 = \frac{\pi}{2}\sqrt{LC}(\sqrt{5}+3\sqrt{2})$ (1 колебание); $T = 2\sqrt{2}\pi\sqrt{LC}$ (2 колебание);
2) $I_{01} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\mathcal{E}$; 3) $I_{02} = I_{01} = \sqrt{\frac{C}{5L}}\mathcal{E}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

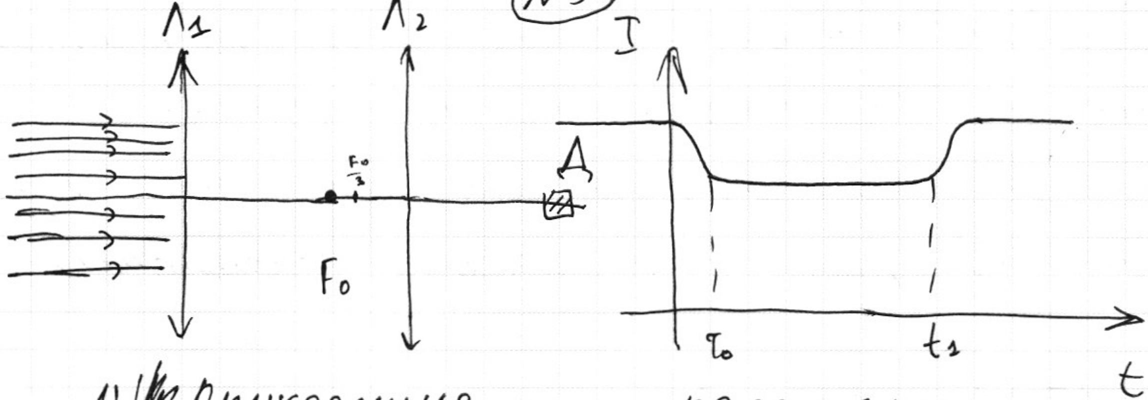
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



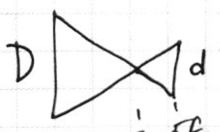
1) Приходящие лучи параллельны оптической оси линз $Л_1$, $Л_2$, значит они соберутся в точке F_0, образуя „источник света".

Расстояние от источника света до $Л_2$ равно $1{,}5F_0 - F_0 = \frac{F_0}{2}$, поэтому изображение источника в линзе $Л_2$ будет находится на расстоянии f от нее, удовлетворяющему соотношению:

$$\frac{1}{f} = \frac{3}{F_0} - \frac{2}{F_0} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow f = F_0.$$ Значит, расстояние между фотодетектором и линзой $Л_2$ равно F_0.

2) Лучи после преломления в линзе $Л_1$ образуют конус, ~~который~~ основание которого на расстоянии $\frac{5F_0}{4}$ от $Л_1$ имеет ~~радиус~~ диаметр, равный:

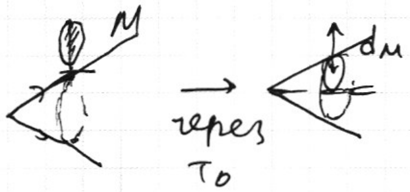
$$\frac{d'}{F_0} \cdot 4 = \frac{D}{F_0} \Rightarrow d' = \frac{D}{4}$$



☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

№5

~~Нсй~~ Диаметр мишени M определяется из соотношения $d_M = v\tau_0$, где v – скорость мишени.



~~Его Когда мишень полностью~~

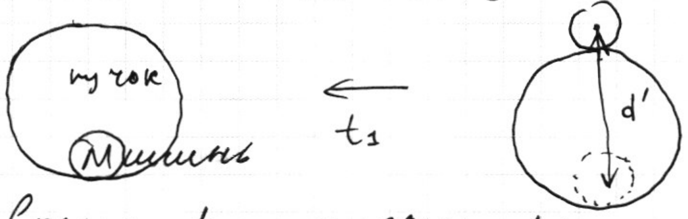
Сразу заметим, что диаметр мишени меньше диаметра пучка на расстоянии $\frac{5F_0}{4}$. Также ясно, что после перекрытия мишенью пучка мощность излучения станет в $\frac{S_0}{S_0-S_M}$ раз меньше. Т.к. мощность $\propto$ току, то

$\frac{S_0}{S_0-S_M} = \frac{I_0}{I_1} = \frac{I_0}{\frac{8}{9}I_0} = \frac{9}{8}$ ⇒

⇒ $\frac{S_M}{S_0} = \frac{1}{9}$; $\frac{S_M}{S_0} = \frac{d_M^2}{d'^2}$ ⇒ $\frac{d_M}{d'} = \frac{1}{3}$ ⇒ $d_M = \frac{d'}{3} =$

$= \frac{D}{4\cdot 3} = \frac{D}{12}$; $d_M = v\tau_0 = \frac{D}{12}$ ⇒ $\boxed{v = \frac{D}{12\tau_0}}$

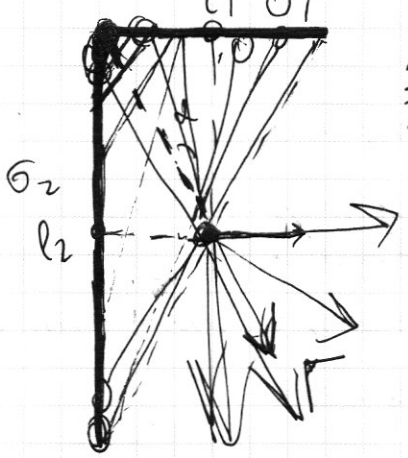
3) В момент времени t_1 (рис. в плоскости, параллельной плоскости линз



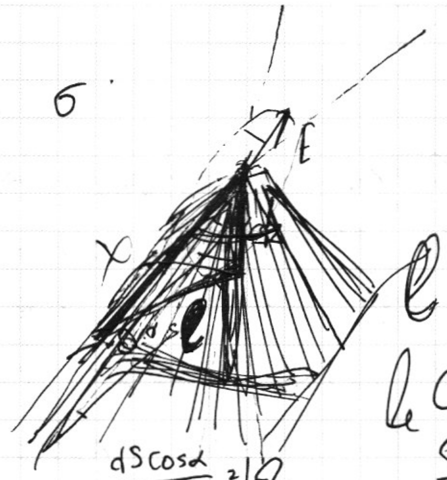
За время t_1 мишень прошла расстояние $vt_1 = d'$ ⇒ $t_1 = \frac{d'}{v} = \frac{D\cdot 12\tau_0}{4\cdot D} = 3\tau_0$

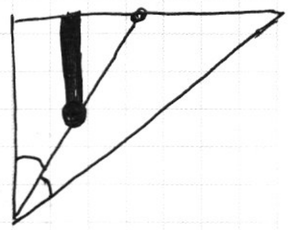
Ответ: 1) F_0; 2) $v = \frac{D}{12\tau_0}$; 3) $t_1 = 3\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\frac{1}{r}$ $\sigma.$ σ

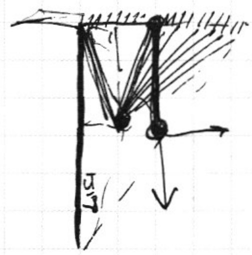




$l\cos$

$\frac{\sigma\Omega}{4\pi\varepsilon_0}$ Ω

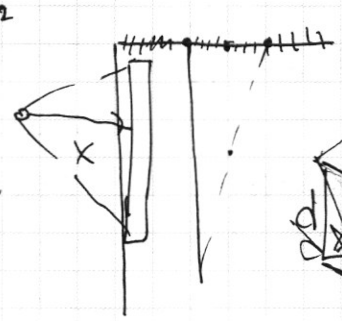
$\frac{dS\cos\alpha}{r^2} = d\Omega$

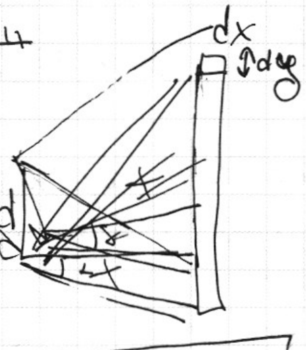


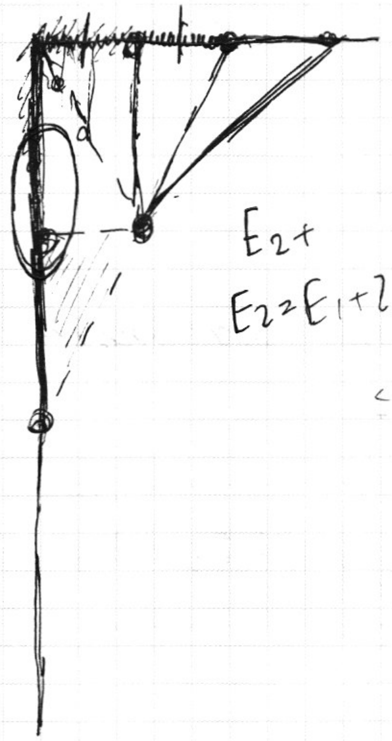
$\frac{\sigma dS\cos\alpha}{r^2}\, d\Omega$

$\frac{\sigma\, d\Omega}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma\Omega}{4\pi}$

$\frac{\sigma dS}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\cos\alpha = d\Omega$







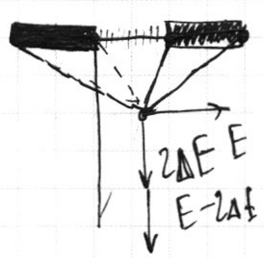
$E_2 +$

$E_2 = E_1 + 2\Delta E$

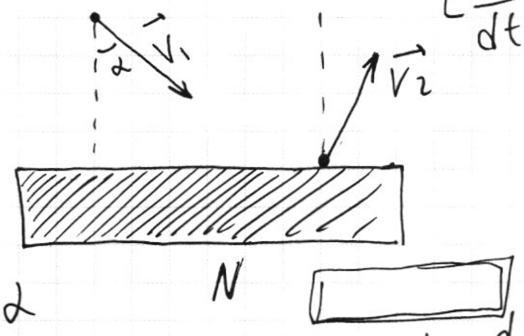
$\sqrt{x^2\cos^2\alpha + d^2}$

$\int\int\int \frac{\sigma\, dy\, dx}{\sqrt{x^2\cos^2\alpha + d^2}}$

α y x



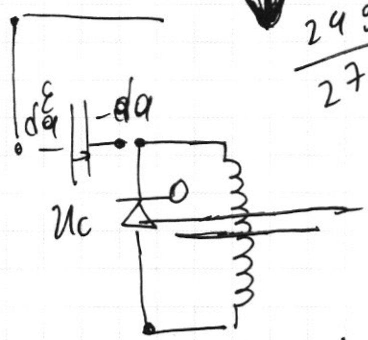
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$L\frac{dI_1}{dt}$

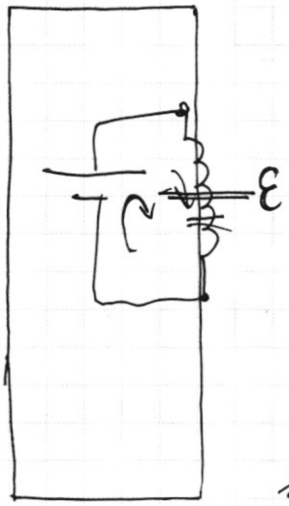
$L_1\frac{dI_1}{dt}$

×8,31
33
2493
2493
274,23



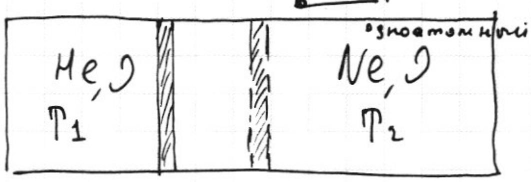
$V_1\cos\alpha$

$L_1\frac{dI_1}{dt}$



$V_1\cos\alpha$

V_2



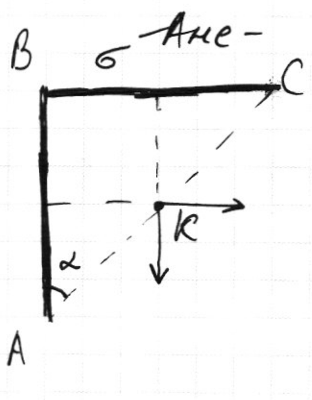
$pV_2 = \nu R T_2$
$pV_1 = \nu R T_1$ $\Rightarrow \boxed{\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}} = \frac{440}{330} = \frac{4}{3}$

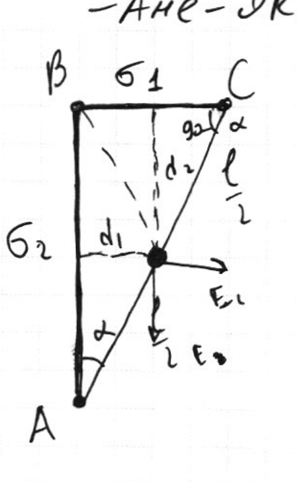
$\frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_2 = \frac{3}{2}\cdot 2\nu R T$

$T_1 + T_2 = 2T \Rightarrow \boxed{T = \frac{T_1+T_2}{2}}$

$A_{He} + \nu R\Delta T = -Q$ $\quad A_{He} + \nu R \Delta T = Q$

$-A_{He}-$ $\quad -A_{He} - \nu R\Delta T$

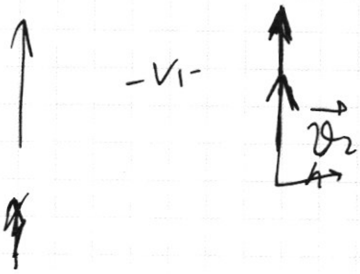


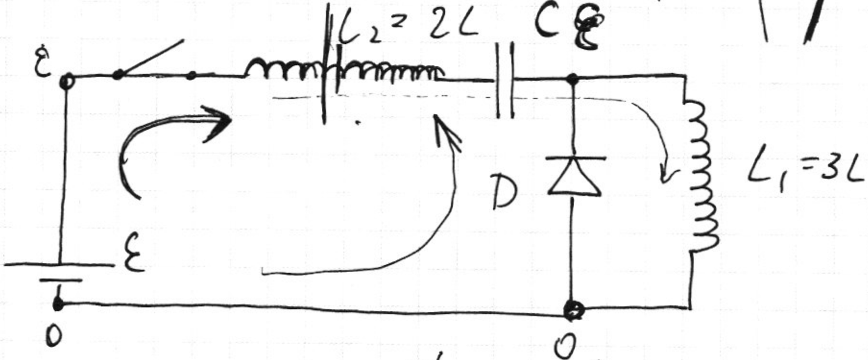


$d_1 = \frac{l}{2}\sin\alpha$

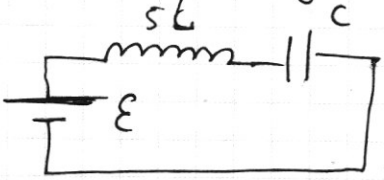
$d_2 = \frac{l}{2}\cos\alpha$

$\frac{3}{2} \vartheta R \Delta T - \frac{3}{2} \vartheta R \Delta T$





5L



$\mathcal{E}q = L_2 I_{02}^2 + \frac{q^2}{2C}$

$C\mathcal{E}$

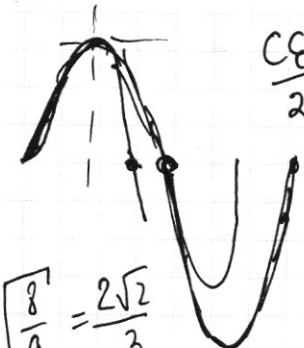
$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = L_2 I_{02}^2$

$\mathcal{E} = 5L\frac{dI}{dt} + U_C = \frac{q}{C}$

$5L\ddot{q} + \frac{q - C\mathcal{E}}{C} = 0$

[redacted]

$5L$ $\boxed{\ddot{q} + \frac{q - C\mathcal{E}}{5LC} = 0}$



$\sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

$\frac{4}{9}$

$\frac{5}{9} = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$\omega = \sqrt{\frac{1}{5LC}}$

$\frac{2\pi\sqrt{5LC}}{2} = \pi\sqrt{5LC} + \pi\sqrt{2LC} = \boxed{\pi\sqrt{LC}(\sqrt{2} + \sqrt{5})}$

$\mathcal{E}q = \frac{q^2}{2C} + \cancel{L_2 I^2}\, 5L I_{01}^2$

$5L I_{01}^2 = \mathcal{E}q - \frac{q^2}{2C}$

$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = 5L I_{01}^2$

$I_{01} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{10L}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{10L}}$

$\frac{-\mathcal{E}}{-\frac{1}{C}} = C\mathcal{E}$

$C\mathcal{E}^2 - \frac{C\mathcal{E}^2}{2C} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

$\mathcal{E}q = \frac{q^2}{2C} -$

$2C\mathcal{E} = q$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)