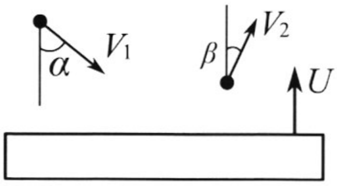
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-04**

Шифр
(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 18 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 $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{3}{5}\right)$ с вертикалью.



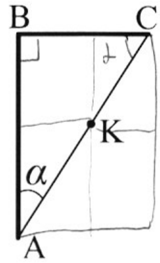
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 320 К, а криптона T_2 = 400 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 аргона и криптона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

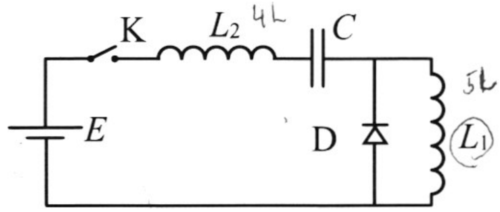
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

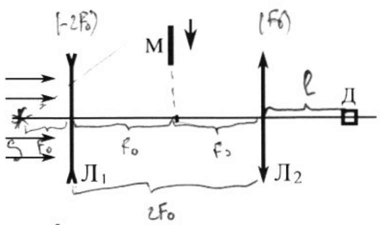
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

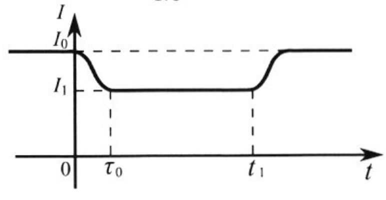
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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 $-2F_0$ и F_0, соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. 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 F_0 от $Л_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 7I_0/16$





.

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

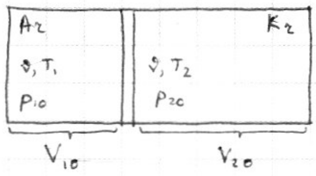
Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Решение:

① $\exists\, V_{10}$ и V_{20} - нач. объёмы Ar и Kr соответственно.



Запишем ур-е М-К для Ar и Kr:

Ar: $p_{10}\cdot V_{10} = \nu R T_1$

Kr: $p_{20}\cdot V_{20} = \nu R T_2$

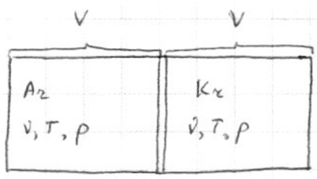
$\Rightarrow \frac{p_{10}}{p_{20}}\cdot\frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{\cancel{\nu R}T_1}{\cancel{\nu R}T_2} = \frac{T_1}{T_2}$

Но $p_{10} = p_{20} = p_0$, т.к. поршень в равновесии, тогда $\frac{p_{10}}{p_{20}} = 1$

т.о. имеем:

$\frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{T_1}{T_2}$ | $\frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5}$

② Газы взяты в один. кол-ве;



После уст. равновесия поршня их давления равны, также их температуры выровнялись (т.к. тепл. равн-сие), сл-но, их объёмы в конце окажутся равными.

т.о. $2V = V_{10} + V_{20}$ и $V_{10} = \frac{4}{5}V_{20} \Rightarrow \frac{9}{5}V_{20} = 2V \Rightarrow V_{20} = \frac{10}{9}V$, а $V_{10} = \frac{8}{9}V$

Ур-е М-К:

(1) $p_0\cdot V_{10} = \nu R T_1$

(2) $p_0\cdot V_{20} = \nu R T_2$

$\xRightarrow{(1)+(2)} p_0\underbrace{(V_{20}+V_{10})}_{2V} = \nu R(T_1+T_2) \Rightarrow p_0\cdot 2V = \nu R(T_1+T_2)$

(3) $p\cdot V = \nu R T$

~~т.о. (3):(2)~~ $\cancel{\Rightarrow \frac{p\,V}{p_0\cdot\frac{10}{9}V} = \frac{T}{T_2} \Rightarrow p = p_0\cdot\frac{10}{9}\cdot\frac{T}{T_2}}$

Процесс будет происходить при $p = const = p_0$.

т.о. $p_0\cdot 2V = 2\nu RT = \nu R(T_1+T_2) \Rightarrow T = \frac{T_1+T_2}{2}$ | $T = \frac{320+400}{2} = 360$ K

Iое нач. ТД:

③ $Q = A_{Ar} + \Delta U_{Ar}$

$\Delta U_{Ar} = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$ $\Big|\ \Delta U_{Ar} \approx 300$ Дж

$A_{Ar} = p_0 \cdot \Delta V = p_0 \cdot (V - V_{10}) = p_0 \cdot \frac{1}{9}V = \frac{1}{9}p_0 V$

Вспомним из (3), что $pV = p_0 \cdot V = \nu RT \Rightarrow A_{Ar} = \frac{1}{9}\nu RT$ $\Big|\ A_{Ar} \approx 200$ Дж

Имеем: $Q = \Delta U_{Ar} + A_{Ar}$ $\Big|\ \underline{\underline{Q \approx 500 \text{ Дж}}}$

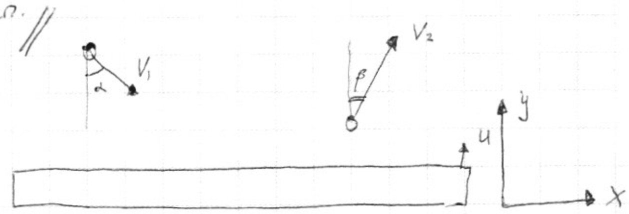
$\cancel{Q = \frac{1}{9}\nu RT + \frac{3}{2}\nu RT - \frac{3}{2}\nu RT_1 = \frac{28}{18}\nu RT - \frac{3}{2}\nu RT_1 = \frac{14}{9}\nu RT - \frac{3}{2}\nu RT_1}$

$\cancel{\text{т.о. } Q = \frac{14}{9}\nu R \cdot \frac{T_1 + T_2}{2} - \frac{3}{2}\nu RT_1 = \nu R\left(\frac{7}{9}T_1 + \frac{7}{9}T_2 - \frac{3}{2}T_1\right) = \nu R\left(\frac{7}{9}T_2 - \frac{13}{18}T_1\right)\ \Big|\ Q = 8{,}31 \cdot 80 \cdot \frac{3}{5} \approx 400 \text{ Дж}}$

№1

Решение:

① СО-земля // ЗСЭ не вып., но вып. ЗСИ //



Пов-ть плиты гладкая, сл-но, действием силы трения на шарик со стороны плиты во время соударения можно пренебречь.

т.о. должен вып. ЗСИ для шарика в пр. на гор. ось OX // сила реакции стенки $\perp OX$ // // изм. имп. стенки пренебр. //

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

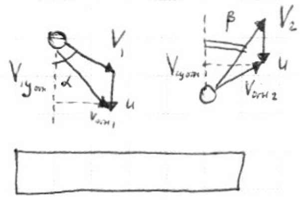
т.о. $V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = V_1 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{3} = \frac{10}{3}V_1$ $\Big|\ \underline{\underline{V_2}} = 18 \cdot \frac{10}{3} = \underline{\underline{20 \ \frac{м}{с}}}$

// имп. силы тяж. $\to 0$ //

② F_x силы не действуют на шарик, сл-но, в ИСО-плиты его имп. на верт. ось сохр-ся // в исо-плита удобнее рассм-ть движение, т.к. $V_{1y\,отн} = V_{2y\,отн}$ //

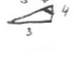
Т.о. в ИСО - плита:

$$\left.\begin{aligned} V_{1y\,отн} &= V_1 \cos\alpha + u \\ V_{2y\,отн} &= V_2 \cos\beta - u \end{aligned}\right| \Rightarrow V_1 \cos\alpha + u = V_2 \cos\beta - u$$



т.о. $u = \frac{V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha}{2}$

β и α - острые $\Rightarrow$ $\cos\beta = \frac{4}{5}$; $\cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$ $\Rightarrow u = \frac{1}{2}\left(V_2 \cdot \frac{4}{5} - V_1 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3}\right)$ ⇒ $u = \frac{1}{2}\left(\frac{10}{3} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3\sqrt{5}}{9}\right)V_1 =$



$= \frac{8 - 3\sqrt{5}}{18}V_1$ $\Big|\ \underline{\underline{u}} = \frac{8 - 3\sqrt{5}}{\cancel{18}} \cdot \cancel{18} = \underline{\underline{8 - 3\sqrt{5} \ \frac{м}{с}}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

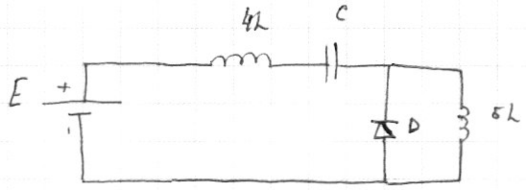
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

Решение:

① Рассм. ход тока в 2х напр-ях:

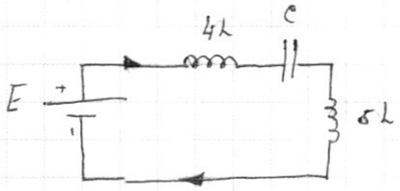


$T = \frac{1}{2}T_1 + \frac{1}{2}T_2 = \tau_1 + \tau_2$

(1) Когда ток идёт от пол. полюса ист. и отриц. (T_1):

Диод закрыт.

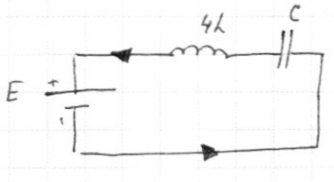
Экв. схема:



Видим, что это колеб. контур, период кол. которого: $T_1 = 2\pi\sqrt{9LC} = 6\pi\sqrt{LC}$

Значит, $\tau_1 = \frac{1}{2}T_1 = 3\pi\sqrt{LC}$

(2) Когда ток идёт в др. сторону:



Диод открыт, его сопр. $=0$, сл-но, он подобен участку провода.

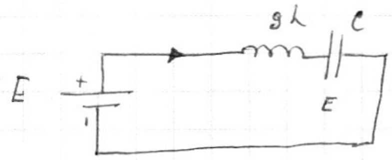
Имеем вновь колеб. контур с $T_2 = 2\pi\sqrt{4LC} = 4\pi\sqrt{LC}$

Тогда $\tau_2 = \frac{1}{2}T_2 = 2\pi\sqrt{LC}$

(3) Получаем: $T = \tau_1 + \tau_2 = 5\pi\sqrt{LC}$

② Максимальный ток через катушку L, будет протекать в теч. ситуации (1), т.к. в сит. (2) весь ток будет ответвляться на диод ("провод").

Т.о. max ток будет при напр. на конд. $= E$. // т.к. $I' = 0 \Rightarrow U_L = 0$ //



Тогда по З.С.Э:

$A_E = \frac{9LI_{01}^2}{2} + \frac{CE^2}{2}$; $A_E = \Delta q_C \cdot E = C \cdot E \cdot E = CE^2$

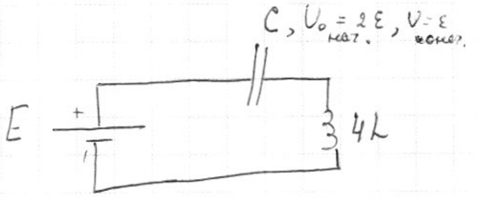
Т.О. $CE^2 = \frac{1}{2}CE^2 + \frac{9}{2}LI_{01}^2 \Leftrightarrow LI_{01}^2 = \frac{1}{9}CE^2 \Leftrightarrow I_{01} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}E$

③ Макс. ток через L_2 будет в той части периода ((1) или (2)), где ~~...~~ мы получим большее его значение. // его - тока в цепи при колеб. //

В сит. (1) max ток в цепи: $I_{01} = \frac{1}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}E$

В сит. (2): напр. на исн. при max токе $= E$ // т.к. $U_L = LI' = 0$ в этот момент //

$A_E = \Delta W_C + \Delta W_L$



Процесс начнётся, когда $U_0 = 2E$ - напряжение на конденсаторе.

Тогда:

$$\Delta W_C = \frac{C\cdot E^2}{2} - \frac{C\cdot(2E)^2}{2} = -\frac{3CE^2}{2}$$

$$\Delta W_L = \frac{4LI_{02}^{*2}}{2} - 0 = \frac{4}{2}LI_{02}^{*2}$$

$$A_E = E\Delta q_C = E(CE - 2CE) = -CE^2$$

т.о.: $-CE^2 = -\frac{3}{2}CE^2 + \frac{4}{2}LI_{02}^{*2} \Leftrightarrow 2LI_{02}^{*2} = \frac{1}{2}CE^2 \Leftrightarrow I^*_{02} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}E$

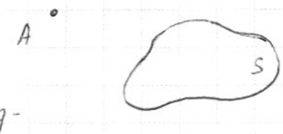
Значит, т.к. $I_{02}^* > I_{01}$, то $\underline{\underline{I_{02} = I^*_{02} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}E}}$ // Ток через L_2 идёт всегда //

№ 3

Решение:

①* Известно, что если имеется площадка S с пов-тной плотн. заряда σ, то составляющая $E_\perp$, напр. перп. пл-ти этой площадки, в окр. (.) A будет равна:

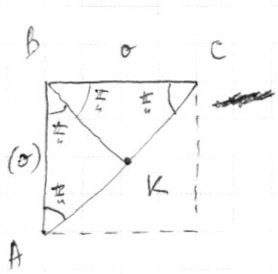
$$E_\perp = \frac{\sigma\Omega_A}{4\pi\varepsilon_0}$$



где Ω_A - телесный угол, под которым S видна из (.) A.

① Рассмотрим начальную ситуацию:

Напряжённость поля в (.) K, созд. 1 из пластин, в связи с симметрией ~~...~~ направлена $\perp$ пл-ти этой пластины.



(1) Пластина AB не заряжена:

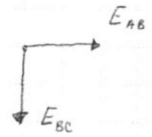
$E_{K0} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\pi$ // △ABC - пр/уг и р/б, сл-но, если достроить до квадрата, то K - центр, из которого все грани (сост. фигуры в пр-ве) видны под одним Ω_K.

т.о. $E_{K0} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$ т.о. $4\Omega_K = 4\pi \Leftrightarrow \Omega_K = \pi$ - т.к. пластины ∞ в напр. $\perp$ ком рис. //

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(2) Пластину AB зарядили:

$\vec{E}_к = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$ // суперпозиция э/полей //



по т. Пиф:

$E_к = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2}$

$E_{AB} = E_{BC} = E_{к0} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$

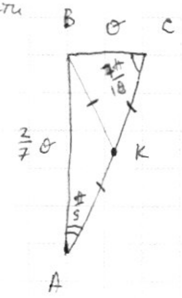
Тогда $E_к = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}\sqrt{2}$

(3) т.о. $\frac{E_к}{E_{к0}} = \sqrt{2}$, значит, напряжённость ↑ в $\sqrt{2}$ раз

② Рассмотрим вторую ситуацию:

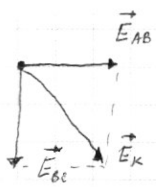
(1) Известно, что (1) К - центр опис. окр-ти △ABC (сер. гипотенузы).

Сл-но, KA = KB = KC.



(2) Согл. принц. суперпозиции э/п:

$\vec{E}_к = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$.



т.о. вновь:

$E_к = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2}$

(3) Давайте рассмотрим пластину AB: △AKB - р/б согл. (1)

$\angle BKA = \pi - 2\cdot\frac{\pi}{9} = \frac{7\pi}{9}$

Этот угол составляет $\frac{7\pi}{9}\cdot\frac{1}{2\pi} = \frac{7}{18}$ от угла 2π.

Значит, телесный угол, под которым видна пов-ть AB (беск. пластины) также составляет $\frac{7}{18}$ от 4π.

т.о. $E_{AB} = \frac{\cancel{2}^{1}}{\cancel{7}}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\cdot\underbrace{\frac{\cancel{7}}{\cancel{18}_{9}}}_{\frac{\Omega}{4\pi}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{9}$

(4) Аналог. рассматриваем BC: $\angle BKC = \pi - 2\cdot\frac{7\pi}{18} = \frac{2\pi}{9}$

т.о. этот угол сост. $\frac{2\pi}{9\cdot 2\pi}=\frac{1}{9}$ часть от 2π.

Сл-но, $E_{BC}=\frac{1}{9}\cdot\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

(5) Исп. т. Пифагора:

$\cancel{E_K=\sqrt{\frac{7^2}{18^2}+\frac{1}{8^2}}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}=\frac{\sqrt{49+4}}{18}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}}$

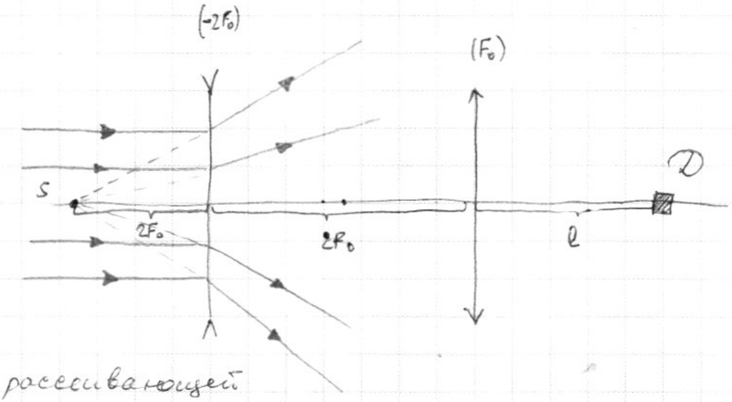
$\sqrt{E_{BC}^2+E_{AB}^2}=\frac{\sqrt{2}}{9}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

т.о. $E_K=\frac{\sqrt{2}}{9}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

N5

Решение:

① Т.к. на рассеивающую Л падает ||-ный пучок света, то продолжения лучей, вышедших из Л после преломления, пересекаются в фокусе рассеивающей Л, т.е. на расстоянии $2F_0$ от рассеивающей линзы.



Создаётся картина, будто в эту точку помещён точечный ист S.

Известно, что свет от этого ист фокусируется в точке, где расп. датчик.

Запишем ф. тонкой линзы:

$\frac{1}{F_0}=\frac{1}{4F_0}+\frac{1}{l}\Leftrightarrow\frac{1}{l}=\frac{1}{F_0}-\frac{1}{4F_0}\Leftrightarrow l=\frac{F_0\cdot 4F_0}{4F_0-F_0}=\frac{4}{3}F_0$

② Ток фоторедактора начнёт ↓ в тот момент, когда мишень нижним краем пересечёт ~~луч~~ крайний луч от S, ещё попадающий на линзу $Л_2$.

неправильно

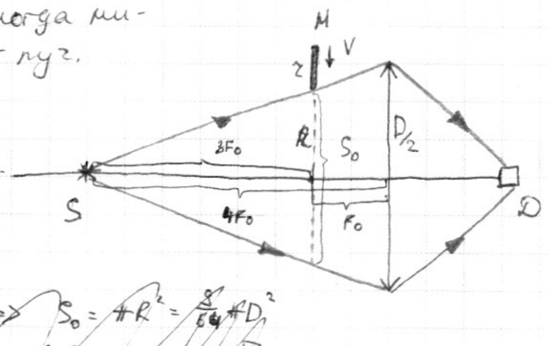
~~Ток перестанет падать в момент, когда мишень целиком опустилась под этот луч.~~

~~При этом ток ↓ в $\frac{16}{7}$ раз~~

~~Раз ток пропорц. мощности излучения, то $\frac{7}{16}$ - это отношение площади пов-ти M и площади S_0.~~

~~Из подобия: $\frac{2R}{D}=\frac{3F_0}{4F_0}=\frac{3}{4}\Rightarrow R=\frac{3}{8}D\Rightarrow S_0=\pi R^2=\frac{9}{64}\pi D^2$~~

~~$S_M=\pi r^2\Rightarrow\frac{7}{16}=\frac{S_M}{S_0}=\frac{\pi r^2\cdot 16}{9\pi D^2}\Rightarrow\frac{r^2}{D^2}=\frac{9\cdot 7}{16^2}\Rightarrow\frac{r}{D}=\frac{3\sqrt{7}}{16}$~~



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

неправильно

~~Т.к. за время τ_0 мишень прошла расстояние $2r$~~

~~$\Rightarrow V = \frac{2r}{\tau_0} = \frac{3\sqrt{7}}{8\tau_0}$~~

(3)

Ток перестанет расти в момент, когда мишень опустится целиком под этот луч.

При этом, раз сила тока в D пропорциональна интенсивности, то:

$$\frac{S_M}{S_0} = \frac{-\Delta I}{I_0} = \frac{I_0 - I_1}{I_0} = \frac{9}{16}$$

$$S_M = \pi r^2 ; \; S_0 = \pi R^2 \longrightarrow \frac{r^2}{R^2} = \frac{9}{16} \Rightarrow \frac{r}{R} = \frac{3}{4} \Rightarrow r = \frac{3}{4}R$$

Из подобия Δ-ков: $\frac{R}{D/2} = \frac{3F_0}{4F_0} = \frac{3}{4} \Leftrightarrow R = \frac{3}{8}D$

т.о. $r = \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{8} D = \frac{9}{32} D$

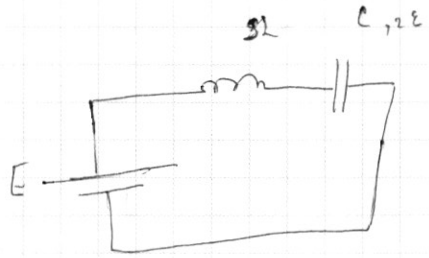
Значит, за время τ_0 M прошла $2r$!

$$V = \frac{2r}{\tau_0} = \frac{9}{16}\frac{D}{\tau_0}$$

(3) t_1 – момент времени, когда M нижним краем пересекла нижний крайний луч, который после преломления в $Л_1$ ещё попадает на A_2.

Т.о. нижняя точка мишени за время t_1 прошла расстояние $2R$.

т.о. $t_1 = \frac{2R}{V} = \frac{2 \cdot \frac{3}{8} D}{\frac{9}{16} \frac{D}{\tau_0}} = \frac{3\tau_0 \cdot 16}{4 \cdot 9} = \frac{4}{3}\tau_0$



$\tau_1 = \frac{1}{2} T_1 = \pi\sqrt{9LC} = 3\pi\sqrt{LC}$

$\frac{2\pi}{9} - \frac{\pi}{9} \cdot 12 = \frac{7\pi}{18}$

$U_c + 9L \cdot I_c' = \varepsilon$

$I_c' = q_c'' = CU_c''$

$\ddot{U}_c + \frac{1}{9LC} U_c = \varepsilon$

$\ddot{u} + \omega^2 u = 0$

$u(t) = u_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$

$\frac{1}{9LC} U_c(t) = \varepsilon + u_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$

$U_c(t) = 9LC\,(\varepsilon + u_0 \cos(\omega t + \varphi_0))$

$U_c(0) = 0$: $u_0 \cos\varphi_0 = -\varepsilon$

$\dot{U}_c(0) = 0 \Rightarrow -\sin\varphi_0 = 0$

$\varphi_0 = 0$

$U_c(t) = 9LC\,(\varepsilon - \varepsilon\cos\omega t) = 9C\varepsilon\,(1 - \cos\omega t)$

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{e} + \frac{1}{3F_0}$

$\frac{3 \cdot 5 \cdot (360 - 320)}{2 \cdot 20} = 300$

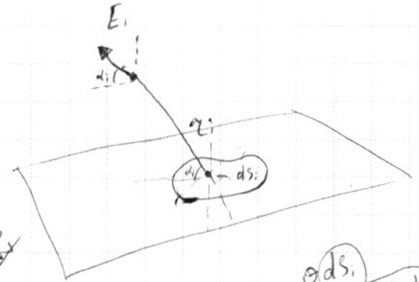
$\frac{8 \cdot 31}{0{,}6} \approx 49{,}6 \approx 5$

$\frac{5 \cdot 8}{40} = 200$

$\Omega = 4\pi \cdot \frac{1}{4} = \pi$

$V_1 \cos\alpha + u = V_2 \cos\beta - u$

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

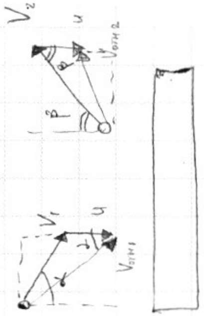


$dE_i = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\sigma\, ds_i}{r_i^2} \sin\alpha_i$

$E_{\perp} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \frac{\Omega}{4\pi}$

$E_{\perp} = \frac{\sigma\Omega}{4\pi\varepsilon_0}$

$\Omega =$



$V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = V_2$

☑ 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

N1

$$\frac{7}{9}\cdot 400 - \frac{13}{\cancel{18}\,9}\cancel{320}^{160} = \frac{2800-2080}{9} = \frac{720}{9} = 80$$

$\times\frac{16}{3} = 48$

Tu

$$\begin{array}{r} \times\, 160 \\ 13 \\ \hline 480 \\ 16 \\ \hline 2080 \end{array} \qquad \begin{array}{r} \times\, 8{,}31 \\ 48 \\ \hline 6648 \\ 3324 \\ \hline 398{,}88 \end{array}$$

N2

$A_r\ \nu, T_1$ | $\nu, T_2\ K_r$

V_1 V_2

$$\frac{p_0 V_{10}}{T_1} = \frac{pV}{T}$$

$$\frac{p_0 V_{20}}{T_2} = \frac{pV}{T}$$

$p_1 = p_2$

① $p_1 V_1 = \nu R T_1$, $p_2 V_2 = \nu R T_2$ $\Rightarrow \underbrace{\frac{p_1}{p_2}}_{1}\cdot\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

② Оба газа в кол-ве ν, $T_1' = T_2'$ (тепл. равн.) и $p_1' = p_2'$ (равн. поршня)

т.о. $V_1' = V_2' = V'$

$$2V' = V_1 + V_2 = \frac{\nu R(T_1+T_2)}{p}$$

$C_{gр.ст.}$

$\frac{3}{2}\nu R(T-T_1)+$

$pV = \nu RT$

$p_0 V_{10} = \nu R T_1$

$p_0 V_{20} = \nu R T_2$

$$2V = \frac{\nu R(T_1+T_2)}{p_0}$$

$$p = p_0\frac{8}{9}\frac{T}{T_1}$$

$$\Rightarrow p_0\underbrace{(V_{10}+V_{20})}_{2V} = \nu R(T_1+T_2) \Rightarrow p_0\cdot 2V = \nu R(T_1+T_2)$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)