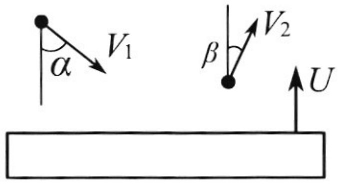
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-04** Шифр

(заполняется секретарём)

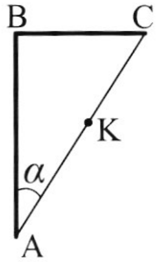
1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 18 м/с, направленную под углом $\alpha \left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3} \right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты 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.

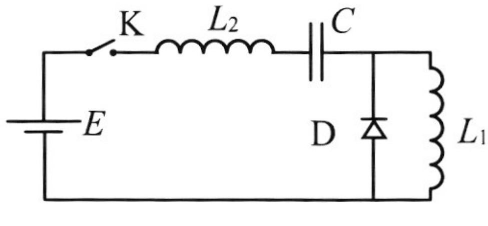
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 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.



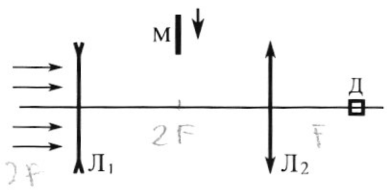
1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно 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.

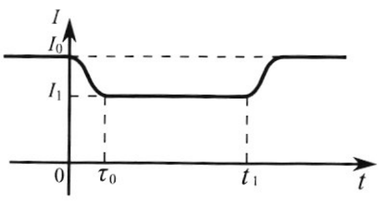
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

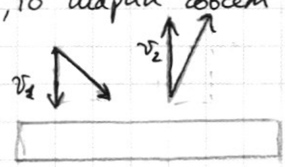
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

① Т.к. мы не учитываем силы тяжести, то сторонних сил на систему не действует никаких. При этом плита гладкая, т.е. при ударе на шарик не действует горизонтальных сил.

$\Sigma F_{гор} = 0 \Rightarrow a_{гор} = 0 \Rightarrow v_{гор} = const \Rightarrow V_1 \sin\alpha = \cancel{V_2 \sin\beta}\ V_2 \sin\beta$

1) $\boxed{V_2 = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} V_1} = \frac{10}{9} \cdot 18 = 20 м/с$

Мы не знаем, насколько удар не упругий. Если удар абсолютно не упругий, то шарик прилипнет к платформе. Если удар абсолютно упругий, то шарик совсем отскочит, увеличив вертикальную составляющую на 2U.



Перейдём в СО платформы. Если удар не упругий, то $v_2 < v_1$.

Но $v_2 = V_2 \cos\beta - U$. Т.к $V_2 \cos\beta$ – фиксированная вел-на, то чем менее упругий этот удар, тем больше должно быть U.

(v_i – вертик. составляющая)

Значит U принимает значения на пром-ке от скорости при абсол. упруг. удара до скорости при абсол. неупруг. удара

2) Аб. упруг. удар: $v_1 = v_2 \Rightarrow V_1 \cos\alpha + U_1 = V_2 \cos\beta - U_1 \Rightarrow \boxed{U_1 = \frac{V_2 \cos\beta - V_1 \cos\alpha}{2}}$

Аб. неупруг. удар: $v_2 = 0 \Rightarrow \boxed{U_2 = V_2 \cos\beta}$;

$U \in (U_1; U_2)$ – скобки строгие, потому что сказано, что удар не упругий, но шарик отскочил.

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$; $\cos\beta = \frac{4}{5} \Rightarrow U_1 = \frac{16 - 6\sqrt{5}}{2} = 8 - 3\sqrt{5}\ м/с$; $U_2 = 16 м/с \Rightarrow \boxed{U \in (8 - 3\sqrt{5}; 16)\ м/с}$

② 1) В начале поршень ~~...~~ в равновесии $\Rightarrow P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = 0{,}8}$

2) В конце поршень в равновесии $\Rightarrow P_{1к} = P_{2к} \Rightarrow \frac{\nu RT}{V_1'} = \frac{\nu RT}{V_2'} \Rightarrow V_1' = V_2' = \frac{V_1 + V_2}{2} = 0{,}9 V_2$

Температуры меняются медленно, поэтому в каждый момент $P_{1i} = P_{2i}$. Значит, поскольку $|\Delta V_{1i}| = |\Delta V_{2i}|$, то $|A_{1i}| = |A_{2i}|$, т.к. $A = \Sigma P_i \Delta V_i$

Т.к. цилиндр теплоизолирован, то $Q_1 = -Q_2$; $\Rightarrow |\Delta U_{1i}| = |\Delta U_{2i}| \Rightarrow \Delta T_1 = -\Delta T_2$

$T_2 - T = T - T_1 \Rightarrow \boxed{\frac{T_2 + T_1}{2} = T} = 360 K$

3) $P_{1i} \Delta V_i = P_{2i} \Delta V_i$; $\nu R \Delta T_{i1} = -\nu R \Delta T_{i2} \Rightarrow P_{1i} \Delta V_i + \Delta P_{1i} V_{1i} = P_{2i} \Delta V_i + \Delta P_{2i} V_{2i}$

$\Rightarrow \Delta P_{1i} V_{1i} = +\Delta P_{2i} V_{2i}$; $P_{1i} = P_{2i} \Rightarrow \Delta P_{i1} = \Delta P_{i2} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} V_{1i} = V_{2i} \\ \Delta P = 0 \end{array}\right.$; $V_{1i} \neq V_{2i}$ (кроме конца)

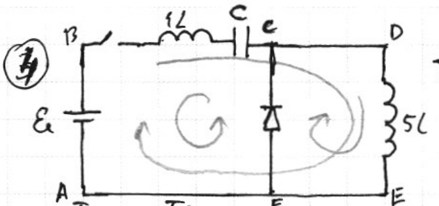
$\Rightarrow \Delta P = 0 \Rightarrow A = P_0 \Delta V = \frac{\nu R T_2}{V_2} \cdot (V_2 - 0{,}9 V_2) = \frac{\nu R T_2}{10}$; $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T - T_1)$

$Q = A + \Delta U = \nu R \left(\frac{400}{10} + \frac{3}{2}(360 - 320)\right) = \nu R \cdot \frac{5}{2} \cdot 40 = \frac{3}{2} \cdot 40 \cdot 8{,}31 = 60 \cdot 8{,}31 \approx 498{,}6$ Дж

$\boxed{Q = 498{,}6 Дж}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

4)



Рассмотрим промежуток времени до конца первых колебаний:

от 0 до $\frac{T_1}{2}$: $\mathcal{E} = 4L\dot{I} + 5L\dot{I} + \frac{1}{C}q = 9L\dot{I} + \frac{1}{C}q$

$$\frac{\mathcal{E}}{9L} = \ddot{q} + \frac{1}{9LC}q \Rightarrow q_1 = C\mathcal{E}\left(1-\cos\left(\sqrt{\tfrac{1}{9LC}}\,t_1\right)\right)$$

от $\frac{T_1}{2}$ до $\frac{T_2}{2}$: контур ABCFA: $-\mathcal{E} = 4L\dot{I} + \frac{1}{C}q - 2\mathcal{E} \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{4L} = \ddot{q} + \frac{1}{4LC}q \Rightarrow q_2 = C\mathcal{E}\left(1-\cos\left(\sqrt{\tfrac{1}{4LC}}\,t\right)\right)$

$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = 6\sqrt{LC}\,\pi$; $T_2 = 4\pi\sqrt{LC}$; $T_0 = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = 5\pi\sqrt{LC}$;

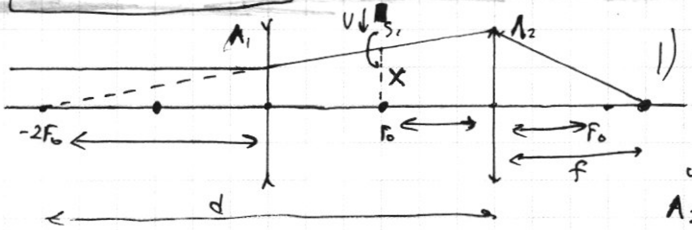
1) $\boxed{T_0 = 5\pi\sqrt{LC}}$

2) $I_1 = \begin{cases} \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\left(\sqrt{\frac{1}{9LC}}\,t_1\right); & t_1 \in (0; \frac{T_1}{2}) \\ \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\left(\sqrt{\frac{1}{4LC}}\,t_2\right); & t_2 \in (0; \frac{T_2}{2}) \end{cases} \Rightarrow \boxed{I_{1\,max} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}} = I_{01}$

3) По правилу Ленца, в катушке возникает $\mathcal{E}_i$ такая, чтобы $\Phi = const$, $\Phi = LI$
$\Rightarrow$ После того, как I_1 достигнет значения $\frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$, $\mathcal{E}_i$ станет поддерживать ток ~~его~~ через себя на таком же уровне, ток будет циркулировать по контуру CDEFC.
После того, как ток в контуре ABCFA начнёт идти против часовой стрелки, ток в контуре CDEFC не поменяется.

$\Rightarrow \boxed{I_{2\,max} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}} = I_{02}$

5)



1) После прохождения Λ_1 луч идёт так, как если бы он вышел из точечного источника, находящегося на ГОО на расстоянии $4F_0$ от Λ_2, те $d = 4F_0$

$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow \boxed{f = \frac{4}{3}F_0}$ - расстояние, на котором лучи сфокусируются, те на котором стоит детектор.

2) N - мощность излучения. $N \sim S_1$, S_1 - площадь сечения конуса, образованного лучами, выходящими из Λ_1, на расстоянии F_0 от Λ_2.
X - высота луча в точке F_0; S_2 - площадь ~~на этой~~ того же сечения, но после того как мишень пересечёт лучи. S_0 - площадь мишени.

$S_2 = S_1 - S_0$;

$I \sim N \Rightarrow \frac{I_1}{I_0} = \frac{N_1}{N_0} = \frac{S_2}{S_1} = 1 - \frac{S_0}{S_1} = \frac{7}{16} \Rightarrow \frac{S_0}{S_1} = \frac{9}{16}$; $S \sim D^2 \Rightarrow \boxed{\frac{D_0}{2X} = \frac{3}{4}}$

$\frac{2X}{3F_0} = \frac{D}{4F_0} \Rightarrow \boxed{X = \frac{3}{8}D}$ - из подобных треугольников $\Rightarrow D_0 = \frac{3}{4}\cdot 2X = \frac{9}{16}D$

D_0 - диаметр мишени.

Когда нижний конец мишени только пересекает лучи, ток начинает падать. Когда мишень целиком заходит в конус лучей, ток достигает минимума.

$\Rightarrow \boxed{V = \frac{D_0}{\tau_0} = \frac{9}{16}\frac{D}{\tau_0}}$

3) Ток начинает увеличиваться, когда мишень ~~в~~ начинает выходить из конуса

$\Rightarrow t_1 = \frac{2X}{V} = \frac{3}{4}D\cdot\frac{16\,\tau_0}{9\,D} \Rightarrow \boxed{t_1 = \frac{4}{3}\tau_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3 Поскольку пластины бесконечны, на любом расстоянии от них $\vec{E}$ перпендикулярен пластине и $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

Из принципа суперпозиции полей $\vec{E}_{сум} = \sum \vec{E}_i$, где $\vec{E}_i$ - напряжённость создаваемая каждой пластиной отдельно

$\Rightarrow$ 1) $\vec{E}_1 \perp \vec{E}_2$; $\boxed{E_{сум} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}}$; $E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow \frac{E_{сум}}{E_1} = \sqrt{2}$

2) $E_{сум} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{4}{49}\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{\frac{49+4}{49}} = \frac{\sqrt{53}}{14}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

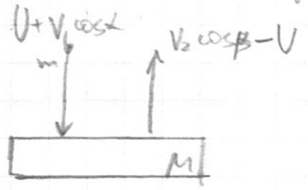
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1

$\Sigma F_{гор} = 0 \Rightarrow V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta \qquad V_1 = 12$ м/с



$V_2 = \frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{10}{9} V_1 = 20$ м/с

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$; $\cos\beta = \frac{4}{5}$

$$\frac{M\cancel{U} + mV_1\cos\alpha}{M+m} = v_c = \frac{MU + mV_2\cos\beta}{M+m}$$

$v_1 = 6\sqrt{5} + U$;

$v_2 = 16 - U$

Аб. упр. уд.: $v_1 = v_2 \Rightarrow 6\sqrt{5} + U = 16 - U \Rightarrow$

$U = \frac{16 - 6\sqrt{5}}{2} = 8 - 3\sqrt{5}$

Аб. не упр. уд. $v_2 = 0$

$\Rightarrow U = 16$

$\Rightarrow U \in (8 - 3\sqrt{5}; 16)$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1

(Нумеровать только чистовики)

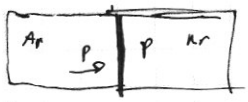
1) $P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2}$; $\frac{V_2}{V_1} = \frac{400}{320} = \frac{10}{8}$; $\boxed{\frac{V_1}{V_2} = 0{,}8}$

2) $\frac{\nu RT}{V_1'} = \frac{\nu RT}{V_2'} \Rightarrow V_1' = V_2' = \frac{1{,}8 V_2}{2} = 0{,}9 V_2$; $\frac{\nu RT}{0{,}9 V_2} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Rightarrow T = 0{,}9 T_2 = \frac{9}{10} 400 = 360K$

3)

$A_{Ar} = Q - \Delta U_{Ar}$

$A_{Kr} = \cancel{\Delta U_{Kr}} - Q - \Delta U_{Kr}$



$P = const$ (т.к. нагрев медленный)

$A = P\Delta V$

$Q_{Kr} = A_{Kr} + \Delta U_{Kr}$

$Q_{Ar} = A_{Ar} + \Delta U_{Ar}$

$Q_{Ar} = -Q_{Kr}$

$\cancel{2Q_{Kr}}$ $\cancel{2Q_{Ar} - 2A_{Ar}}$

$P = \frac{\nu R T_2}{V_2}$; $\Delta V = 0{,}9V_2 - V_2 = 0{,}9V_1 - 0{,}8V_2 = 0{,}1V_2$

$A = \frac{\nu R T_2}{V_2} \cdot 0{,}1 V_2 = \frac{\nu R T_2}{10}$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) = \cancel{\frac{3}{2}\nu R(360}$

$Q = \nu R\left(\frac{T_2}{10} + \frac{3}{2}T - \frac{3}{2}T_1\right) = \frac{3}{5} \cdot 8{,}31\left(40 + \frac{3}{2}(360-320)\right) =$
$= \frac{3}{5} \cdot 8{,}31\left(40 + \frac{3 \cdot 40}{2}\right) = \frac{3}{\cancel{5}} \cdot 8{,}31 \cdot \cancel{100}^{20} = 60 \cdot 8{,}31$

~~60,00~~
~~8,31~~

$$\begin{array}{r} 60{,}00 \\ \times \quad 8{,}31 \\ \hline 6000 \\ +\ 18000 \\ 48000 \\ \hline 498{,}6000 \end{array}$$

$Q = 498{,}6$ Дж

$T_2 - T = T - T_1 \Rightarrow \frac{T_2 + T_1}{2} = T = \frac{720}{2} = 360K$

$\nu R \Delta T_1 = -\nu R \Delta T_2$

$P\Delta V_1 + \Delta P V_1 = P\Delta V_2 + \Delta P V_2$

$P\Delta V_1 = P\Delta V_2 \Rightarrow \Delta P V_1 = \Delta P V_2 \Rightarrow \boxed{\Delta P = 0}$

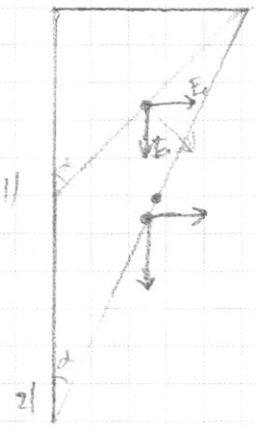
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

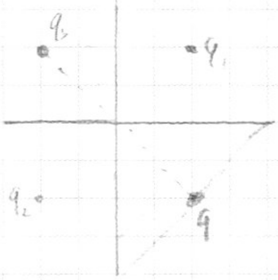


$\vec{E_c} = \Sigma E_i$; $E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ $\Rightarrow$ $E_c = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}$

1) $\frac{E_c}{E_1} = \sqrt{2}$

2)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

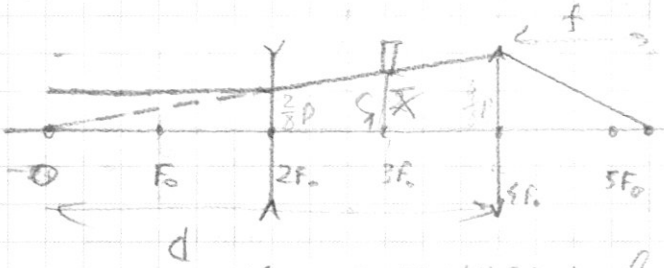
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow \boxed{f = \frac{4F_0}{3}}$

$\frac{D}{4F_0} = \frac{2x}{3F_0}$

$\boxed{x = \frac{3}{8}D}$



$J = \frac{dW}{dt\,dS}$, $J = \frac{N}{\Delta S}$

$N = JS$

когда мишень входит в луч, I ~~уменьшается~~ начинает уменьшаться

когда нижняя часть начинает выходить, I начин. увел

0 - время начала вхождения нижней части

~~$I = kN = kJ \cdot S = n \cdot S$~~ (const)

~~$I_0 = nS_0$~~

$I \sim N$, $N \sim S$,

$S_2 = S_1 - S_0$,

$\frac{S_2}{S_1} = \frac{N_1}{N_0} = \frac{I_1}{I_0} = \frac{7}{16}$

$1 - \frac{S_0}{S_1} = \frac{7}{16} \Rightarrow \frac{S_0}{S_1} = \frac{9}{16}$

$S \propto D^2 \Rightarrow \frac{D_0}{D_1} = \frac{3}{4}$

$D_0 = \frac{3}{4}D_1 = \frac{9}{16}D$

когда ток ~~уже~~ начал падать, нижний конец мишени только входил в ~~ла~~ поток света,

когда ток достиг min, ~~мишень~~ вошла целиком

$V = \frac{D_0}{t_0} = \frac{9}{16}\frac{D}{t_0}$

t_1 ~~$t_0\,\Delta t_1$~~ $= \frac{2x}{V} = \frac{3}{4}D \cdot \frac{16}{9D}t_0 = \frac{4}{3}t_0$ ~~$\Rightarrow \Delta t_1 =$~~

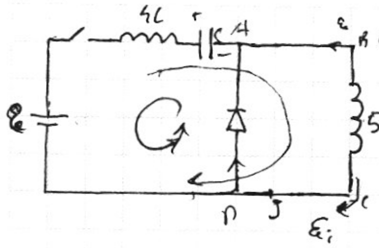
$\boxed{t_1 = \frac{4}{3}t_0}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 4

(Нумеровать только чистовики)



в от 0 до $\frac{T}{2}$: $\mathcal{E} = 4L\dot{I} + 5L\dot{I} + \frac{q}{C} = 9L\dot{I} + \frac{1}{C}q$

$$\frac{\mathcal{E}}{9L} = \ddot{q} + \frac{1}{9LC}q \Rightarrow q = Q\cos\left(\sqrt{\frac{1}{9LC}}t\right) + C\mathcal{E}$$

$$q = C\mathcal{E}\left(1 - \cos\left(\sqrt{\frac{1}{9LC}}\,t\right)\right)$$

от $\frac{T}{2}$ до T: $-\mathcal{E} = 4L\dot{I} + \frac{q}{4C} - \cancel{\ \ } 2\mathcal{E}$

$$\mathcal{E} = 4L\ddot{q} + \frac{1}{C}q \Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{4L} = \ddot{q} + \frac{1}{4LC}q \to q = C\mathcal{E}\left(1 - \cos\left(\sqrt{\frac{1}{4LC}}t\right)\right)$$

$\omega_1 = \frac{1}{3}\frac{1}{\sqrt{LC}}$; $T = \frac{2\pi}{\omega}$

1) $\omega_2 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{LC}} \Rightarrow T_1 = 6\pi\sqrt{LC}$; $T_2 = 4\pi\sqrt{LC}$; $\boxed{T_0 = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = 5\pi\sqrt{LC}}$

2) $$I_1 = \begin{cases} \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\left(\sqrt{\frac{1}{9LC}}t\right); & T \in \left(0; \frac{T_1}{2}\right) \\ \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\left(\sqrt{\frac{1}{4LC}}\left(t - \frac{T_1}{2}\right)\right); & T \in \left(\frac{T_1}{2}; \frac{T_2}{2}\right) \end{cases} \Rightarrow \boxed{I_{1max} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}}$$

3) $I_2 = I_1$ если $t \in \left(0; \frac{T_1}{2}\right)$

По закону ~~Лоренца~~ Ленца, в катушке возникнет $\mathcal{E}_i$, такая, чтобы $\Phi = LI = const$.

$\Rightarrow$ После того, как ток начнёт убывать, по контуру ABCD начнёт циркулировать ток I_m, равный максимальному току I_1, т.к. потерь энергии в этом контуре нет. $\Rightarrow I_{2max} = I_{1m}\left(0; \frac{T_1}{2}\right) = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}\sin\left(\sqrt{\frac{1}{9LC}}t\right)$