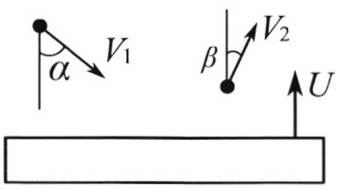
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.



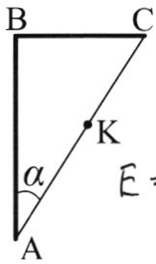
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.

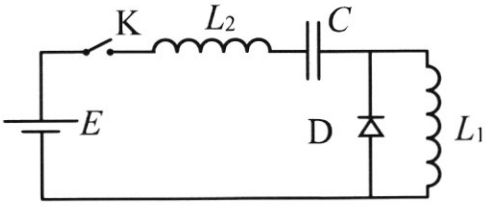


$E = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

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 $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

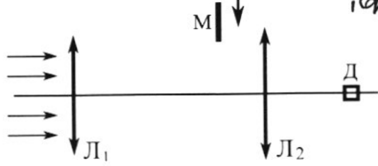
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.

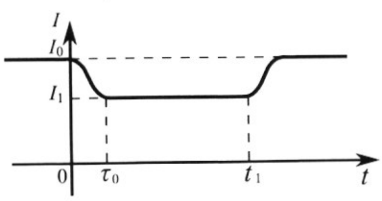


1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями 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). $I_1 = 8I_0/9$.

=> линза тонкая





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.

№1

Дано

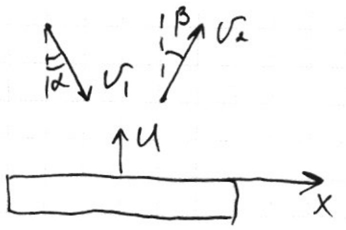
$v_1 = 6\ \frac{м}{с}$

$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

$\sin\beta = \frac{1}{3}$

$v_2 - ?$

$u - ?$



1) Т.к сила трения отсутствует, система замкнута по оси x

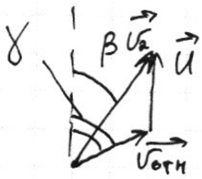
ЗСИ:

$x: v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$

$\Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \Rightarrow \boxed{v_2 = \cancel{v_1}\ 6 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12\ \frac{м}{с}}$

2) В СО плиты:

ЗСС: $\vec{v_2} = \vec{v_{отн}} + \vec{u}$; $\vec{v_{отн}} = \vec{v_2} - \vec{u}$



где γ – угол, под которым шарик отскочил от плиты в СО плиты

Имеем: $\begin{cases} v_{отн} \sin\gamma = v_2 \sin\beta \\ v_{отн} \cos\gamma = v_2 \cos\beta - u \end{cases} \Rightarrow \operatorname{tg}\gamma = \frac{v_2 \sin\beta}{v_2 \cos\beta - u}$

Чтобы шарик отскочил необходимо: $0 < \gamma < 90^\circ$

$\Rightarrow \operatorname{tg}\gamma > 0 \Rightarrow \frac{v_2 \sin\beta}{v_2\cos\beta - u} > 0 \Rightarrow v_2\cos\beta - u > 0$

$\Rightarrow u < v_2 \cos\beta$; $\cos\beta = \sqrt{1 - \sin^2\beta} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

$\Rightarrow u < 6 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3}\ \frac{м}{с} = 4\sqrt{2}\ \frac{м}{с}$

Т.к плита движется вверх $u > 0$

Ответ 1) $v_2 = 12\ \frac{м}{с}$

2) $0 < u < 4\sqrt{2}\ \frac{м}{с}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

$v_1 = 6\ \frac{м}{с}$

$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

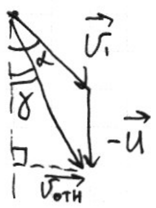
$\sin\beta = \frac{1}{3}$

$v_2 - ?$

$U - ?$

1) Перейдём в СО плиты:

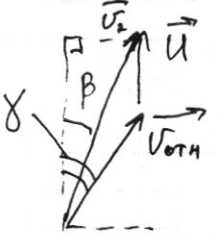
ЗСС: $\vec{v_{отн}} = \vec{v_1} - \vec{U}$



$$\begin{cases} v_1 \sin\alpha = v_{отн} \sin\gamma \\ U + v_1 \cos\alpha = v_{отн} \cos\gamma \end{cases} \Rightarrow \operatorname{tg}\gamma = \frac{v_1 \sin\alpha}{v_1\cos\alpha + U}$$

2) В СО плиты угол падения шарика равен углу отражения

ЗСС: $\vec{v_2} = \vec{v_{отн}} + \vec{U}$



$$\begin{cases} v_{отн} \sin\gamma = v_2 \sin\beta \\ v_{отн} \cos\gamma = v_2 \cos\beta - U \end{cases} \Rightarrow \operatorname{tg}\gamma = \frac{v_2 \sin\beta}{v_2\cos\beta - U}$$

3) Имеем: $v_{отн} \sin\gamma = v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$

$\Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \Rightarrow \boxed{v_2 = 6 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12\ \frac{м}{с}}$

4) $\operatorname{tg}\gamma = \frac{v_2 \sin\beta}{}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

$\nu_{He} = \nu_{Ne} = \nu = \frac{6}{25}$ моль

$T_1 = 330K$

$T_2 = 440K$

1) $\frac{V_1}{V_2}$ – ?

2) T – ?

3) Q – ?

$i = 3$

1) Т.к поршень двигается медленно, то

$a_{поршня} \approx 0 \Rightarrow F_{He} \approx F_{Ne}$ (2 ЗН для поршня)

$\Rightarrow p_{He} \approx p_{Ne} = p$ в любой момент времени

2) Уравнение Менделеева-Клапейрона:

· для гелия: $p \cdot V_1 = \nu R T_1$

· для неона $p \cdot V_2 = \nu R T_2$

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

$$\boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{330}{440} = \frac{3}{4}}$$

3) ЗСЭ для системы: $0 = U_{кон\,He} + U_{кон\,Ne} - U_1 - U_2$.

$\Delta U_{He} = -\Delta U_{Ne}$

$\cancel{\frac{3}{2}} \cancel{\nu R}(T - T_1) = \cancel{\frac{3}{2}} \cancel{\nu R}(T_2 - T)$

$\Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2}$ $\boxed{T = \frac{330+440}{2} = 385K}$

4) По I началу термодинамики для неона:

$-Q = A_{Ne} + \Delta U_{Ne}$, т.к тепло отводилось гелию

$A_{Ne} = p \Delta V = p(V - V_2)$, где V – конечный объём неона

По уравнению Менделеева – Клапейрона для неона:

в начале: $pV_2 = \nu R T_2$ в конце: $pV = \nu R T$

$\Rightarrow A_{Ne} = \nu R(T - T_2)$ $\Delta U_{Ne} = \frac{3}{2}\nu R(T - T_2)$

$\Rightarrow Q = -\frac{5}{2}\nu R(T - T_2) = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T)$ $\Rightarrow \boxed{Q \approx 274 \text{ Дж}}$

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$ 2) $T = 385K$ 3) $Q = 274$ Дж

№5

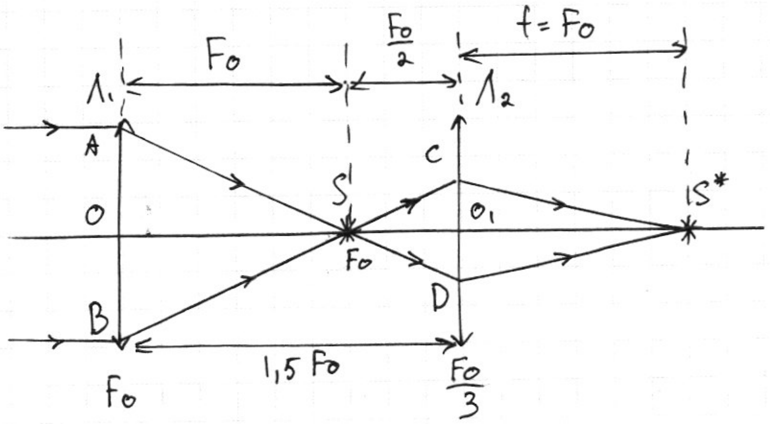
$I_1 = \frac{8}{9} I_0$

1) x – ?

2) v – ?

3) t_1 – ?

$AB = D$



1) Т.к на собирающую линзу $Л_1$ попадает параллел. оптич. оси пучок света, то все лучи пройдут через фокус $Л_1$, т.е на расстоянии F_0 от линзы

2) Пусть S – точечный источник света, расположенный на расстоянии F_0 от $Л_1$, тогда S^* – ~~ир~~ действительное изображение S в $Л_2$. По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \qquad \frac{1}{\frac{F_0}{3}} = \frac{1}{\frac{F_0}{2}} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = F_0$$

3) Чтобы свет фокусировался на фотодетекторе, необходимо, чтобы он совпал с S^*. Тогда его расстояние до $Л_2$ равно F_0 $\Rightarrow \boxed{x = F_0}$

4) Из графика ~~интенсивности~~ силы тока видно, что от $t = 0$ до $t = \tau_0$ сила тока изменяется, это соответствует времени, пока мишень залетает в поток света. Тогда диаметр мишени равен $v \cdot \tau_0$.

5) Из подобия $\triangle ABS$ и $\triangle CDS$:

$$\frac{AB}{CD} = \frac{OS}{O_1S} \Rightarrow CD = \frac{D}{2}$$

См. продолжение на стр №4

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

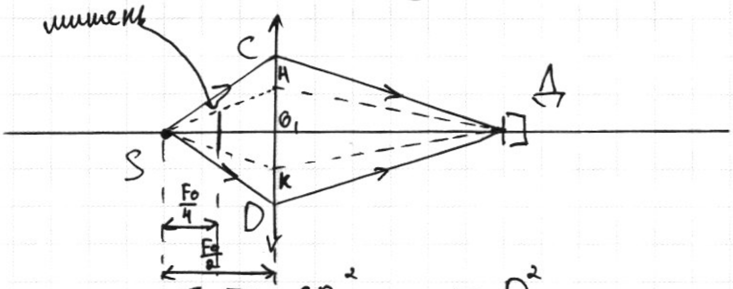
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

6) Т.к ток ~ мощности света, то ток ~ площади, падающего на фотодетектор света:

$\frac{S}{S_{ост}} = \frac{I_0}{I_1} = \frac{1}{\frac{8}{9}} = \frac{9}{8}$, ток I_1 соответствует моменту, когда мишень полностью в световом потоке



$$S = \frac{\pi \cdot CD^2}{4} = \frac{\pi D^2}{16}$$

Из подобия треугольников: $HK = 2 \cdot v \tau_0$

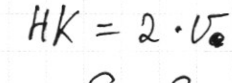
$S_x = \frac{\pi HK^2}{2} = \pi (v\tau_0)^2 \qquad S_{ост} = S - S_x$

$\Rightarrow \quad 8 \cdot S = 9 \cdot S_{ост}$

$$8 \cdot \frac{\pi D^2}{16} = 9 \cdot \left(\frac{\pi D^2}{16} - \pi (v\tau_0)^2\right)$$

$\cancel{\frac{D^2}{8} = 18(v\tau_0)^2} \qquad \frac{9D^2}{16} - \frac{D^2}{2} = 9(v\tau_0)^2$

$$\frac{D^2}{16} = (v\tau_0)^2 \cdot 9 \Rightarrow \boxed{v = \frac{D}{12\tau_0}}$$

7) Время от $t=0$ до $t=t_1$, соответствует перемещению мишени из 

в

За это время мишень пройдет расстояние $\rho = CK : 2 = \frac{D}{4}$ (из подобия)

$$t_1 = \frac{\rho}{v} = \frac{\frac{D}{4}}{\frac{D}{12\tau_0}} = 3\tau_0$$

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

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

№3

$\alpha_1 = \frac{\pi}{4}$

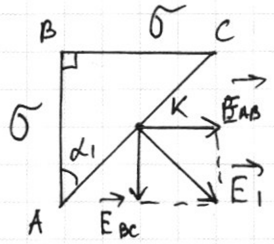
$\alpha_2 = \frac{\pi}{8}$

1) $k = \frac{E_1}{E_0}$ - ?

2) $\sigma_1 = 4\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

E_K - ?

1) 

$\angle BCA = \angle BAC = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \underline{AB = BC}$

Пока пластина AB не заряжена, напряжённость в точке K равна E_{BC}:

$E_0 = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

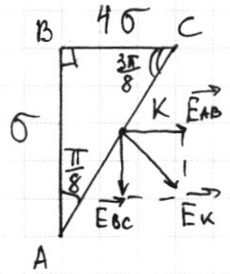
Когда пластину AB зарядили, по принципу суперпозиции:

$\vec{E}_1 = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$

$E_1 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} \qquad E_{AB} = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\Rightarrow E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \sqrt{2}$

$$\boxed{k = \frac{E_1}{E_0} = \frac{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}}{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}} = \sqrt{2}}$$

2) 

$\left(\text{По т. синусов: } \frac{AB}{BC} = \frac{\sin\frac{3\pi}{8}}{\sin\frac{\pi}{8}} \right) \qquad BC = AB \operatorname{ctg}\frac{\pi}{8}$

$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \qquad E_{BC} = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\vec{E}_K = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC} \qquad E_K = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{17}$

Ответ 1) $k = \sqrt{2}$

2) $E_K = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{17}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

Дано

$L_1 = 3L$

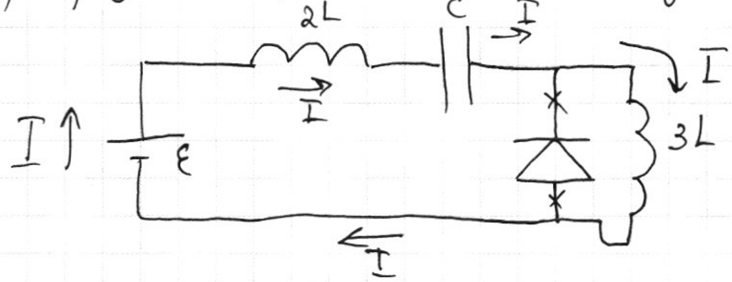
$L_2 = 2L$

1) T - ?

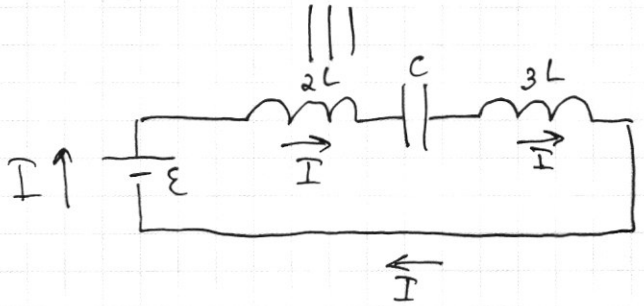
2) I_{01} - ?

3) I_{02} - ?

1) Предположим, что сейчас ток идёт по часовой стрелке (↻)



Т.к диод идеальный, через него тока не будет.



по формуле Томсона:

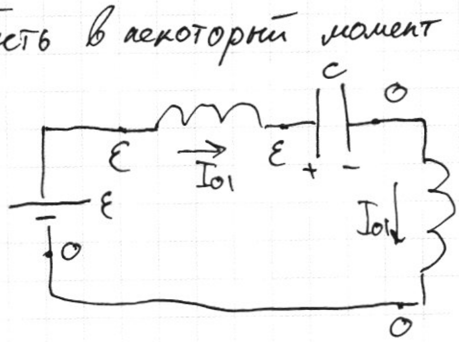
$T_1 = 2\pi\sqrt{5LC}$

По закону Фарадея: $\mathcal{E}_i = -LI'$, т.к $L = const$

$U_L = -\mathcal{E}_i = LI'$. Тогда если ток максимален, то $U_L = 0$

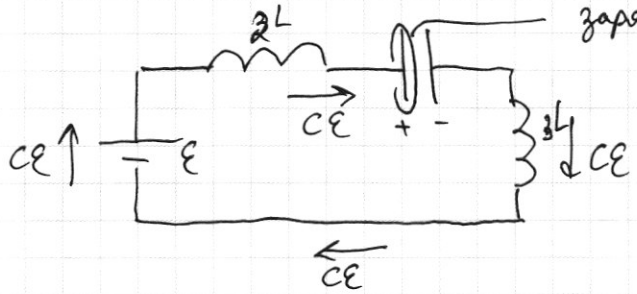
2) Пусть в некоторый момент течёт максимальный ток I_{01}: (↻)

Метод узловых потенциалов (МУП)



$U_C = \mathcal{E} - 0 = \mathcal{E}$ $\quad q_C = C\mathcal{E}$

См продолжение на стр 7



ЗСЭ от $t=0$ до момента, когда $I=I_{01}$ ($t=t_1$):

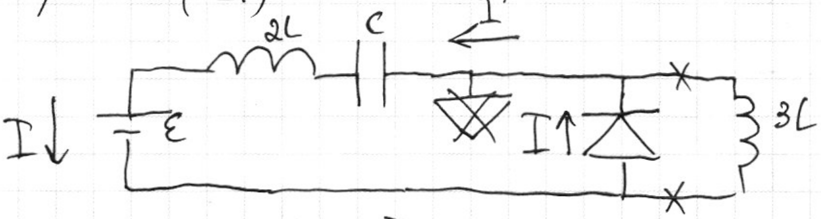
$A_б = W(t_1) - W(0)$ $\quad W(0)=0$, т.к конденс. не заряжен, тока в цепи нет

$A_б = +C\mathcal{E}\cdot\mathcal{E}$

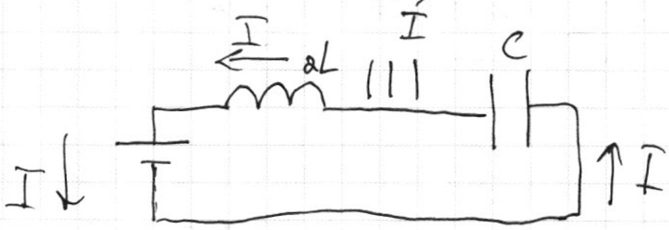
$$W(t_1) = \frac{3LI_{01}^2}{2} + \frac{2LI_{01}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$C\mathcal{E}^2 = \frac{5LI_{01}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow \boxed{I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}}.$$

3) Предположим, что в некоторый момент ток идёт против часовой стрелки (↺):

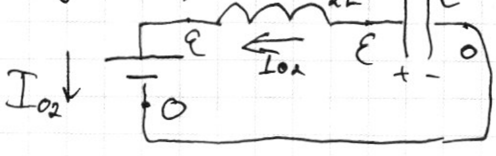


Т.к диод идеальный, весь ток I пройдёт через него

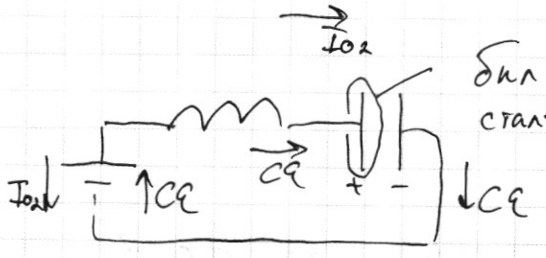


$T_2 = 2\pi\sqrt{2LC}$

4) Пусть в некоторый момент течёт максимальный ток $I = I_{02}$ ($t=t_2$); тогда напряжения на катушке нет.



$U_C = \mathcal{E}$ $\quad q_C = C\mathcal{E}$



См. продолжение на стр № 8.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ЗСЭ от $t=0$ до $t=t_2$:

$$A_б = W(t_2) - W(0)$$

$$A_б = C\mathcal{E}\cdot\mathcal{E}$$

$$W(t_2) = \frac{2L\cdot I_{02}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$C\mathcal{E}^2 = \frac{2LI_{02}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow \boxed{I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}}$$

5) Половину времени ток течёт по часовой стрелке и половину против

$$\Rightarrow T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi\sqrt{5LC} + \pi\sqrt{2LC} = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{5}+\sqrt{2}\right)$$

Ответ

1) $T = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{5}+\sqrt{2}\right)$

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

3) $I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

№2

He p_{He}, V_{He}, T_{He} | Ne p_{Ne}, V_{Ne}, T_{Ne}

$\nu_{He} = \nu_{Ne} = \nu = \frac{6}{25}$ моль

$T_{He} = 330K$

$T_{Ne} = 440K$

$\frac{V_{He0}}{V_{Ne0}} - ?$

$V_{He0} + V_{Ne0} = const$

$T - ?$

1) Т.к поршень двигается медленно, то $p_{He} = p_{Ne}$ в любой момент времени

2) М-К:

$p_{He0} V_{He0} = \nu_{He} R T_{He0}$

$p_{Ne0} V_{Ne0} = \nu_{Ne} R T_{Ne0}$

$\Rightarrow \boxed{\frac{V_{He0}}{V_{Ne0}} = \frac{T_{He0}}{T_{Ne0}} = \frac{3}{4}}$

3) $+Q = A_{He} + \Delta U_{He}$ $\quad A_{He} = p(V - V_{He})$

$-Q = A_{Ne} + \Delta U_{Ne}$ $\quad A_{Ne} = p(V_{Ne} - V)$

$\Delta U_{He} = \nu R(T_1 - T_{He})$

$\Delta U_{Ne} = \nu R(T_{Ne} - T)$

$\underset{p\cdot V}{pV} - \underset{pV_{He}}{pV_{He}} + \nu RT - \nu RT_{He} = \underset{pV_{Ne}}{pV_{Ne}} - pV + \nu RT_{Ne} - \underset{pV}{\nu RT}$

$2pV - 2pV_{He} = 2pV_{Ne} - 2pV$

$2V = V_{He} + V_{Ne}$

$2\nu RT - 2\nu RT_{He} = 2\nu RT_{Ne} - 2\nu RT$

$\boxed{T = \frac{T_{He} + T_{Ne}}{2} = \frac{770}{2} = 385K}$

4) $\boxed{Q = C_p \nu (T_{Ne} - T_{He})} = \frac{5}{2}\nu R(440 - 385) = \frac{5}{2}\frac{6}{25} 8{,}31 \cdot 55$

$= \boxed{274{,}21 \text{ Дж}}$

$= 33 \cdot 8{,}31$

```
  831
   33
 2493
2493
274,21
```

$\Delta U_{He} = \Delta U_{Ne}$

$\frac{5}{2} \cdot \frac{6}{25} \cdot 8{,}31 \cdot 55$

$0 = \underset{U_{кон}}{\nu RT} + \nu RT - \nu RT_2 - \nu RT_1$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

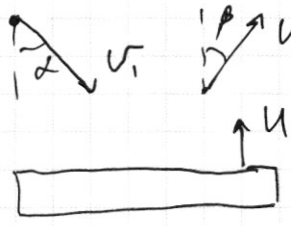
$v_1 = 6$

$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

$\sin\beta = \frac{1}{3}$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$

$\cos\beta = \frac{\sqrt{8}}{3}$



Из ~~удар упругий~~?

ЗСИ

$v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = 12\frac{м}{с}$

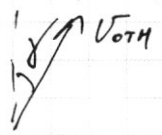
В СО плиты:

$v_1 \sin\alpha = v_{отн} \sin\gamma$

$v_1 \cos\alpha + U = v_{отн} \cos\gamma$.

$\operatorname{tg}\gamma = \frac{v_1 \sin\alpha}{v_1 \cos\alpha + U}$

Если удар упругий:



$v_1 \cos\alpha + U = v_2 \cos\beta - U$

В СО земли:

$v_{отн} \sin\gamma = v_2 \sin\beta$

$v_{отн} \cos\gamma + U = v_2 \cos\beta$

$\operatorname{tg}\gamma = \frac{v_2 \sin\beta}{v_2 \cos\beta - U}$

$\Rightarrow \frac{v_1 \sin\alpha}{v_1 \cos\alpha + U} = \frac{v_2 \sin\beta}{v_2 \cos\beta - U}$

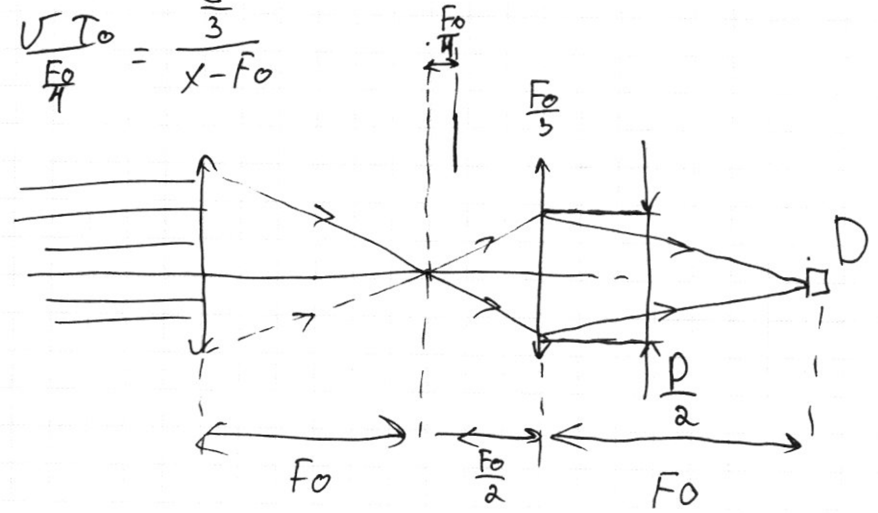
$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$ $\quad v_2 = 6 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12 \frac{м}{с}$

Ограничения на U:

$\operatorname{tg}\gamma > 0 \Rightarrow v_2 \cos\beta - U > 0$ $\quad 0 < U < 4\sqrt{8} \frac{м}{с}$

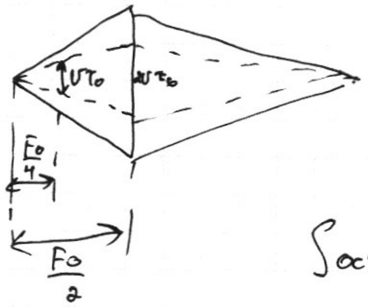
$$\frac{\frac{D}{2}}{d} = \frac{F_0}{x - F_0}$$

$$\frac{v\tau_0}{\frac{F_0}{4}} = \frac{\frac{d}{3}}{x - F_0}$$



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

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



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

$$S_x = \pi (v\tau_0)^2$$

$$S_{ост} = \pi\left(\frac{D^2}{16} - (v\tau_0)^2\right)$$

$$\frac{S}{S_{ост}} = \frac{I_0}{I_1} = \frac{1}{\frac{8}{9}}$$

$$\cancel{8}\,\frac{\pi D^2}{16_2} = 9\,\cancel{\pi}\left(\frac{D^2}{16} - (v\tau_0)^2\right) \qquad \frac{8D^2}{16} = \frac{9D^2}{16} - (v\tau_0)^2$$

$$\frac{\pi D^2}{2} = 9\left(\frac{\pi D^2}{16} - (v\tau_0)^2\right)$$

$$D^2 = \frac{9}{8}D^2 - 18(v\tau_0)^2$$

$$\frac{1}{8}D^2 = 18(v\tau_0)^2 \qquad \boxed{v = \frac{D}{3\cdot 4\tau_0} = \frac{D}{12\tau_0}} \qquad \pi D^2 = \frac{9}{8}\pi D^2$$

$$D^2 = 9\cdot 16\, v^2\tau_0^2$$

t_1 - время

$$\ell = \frac{D}{4} - v\tau_0 = D\left(\frac{1^{(3}}{4} - \frac{1}{12}\right) = \frac{1}{6}D$$

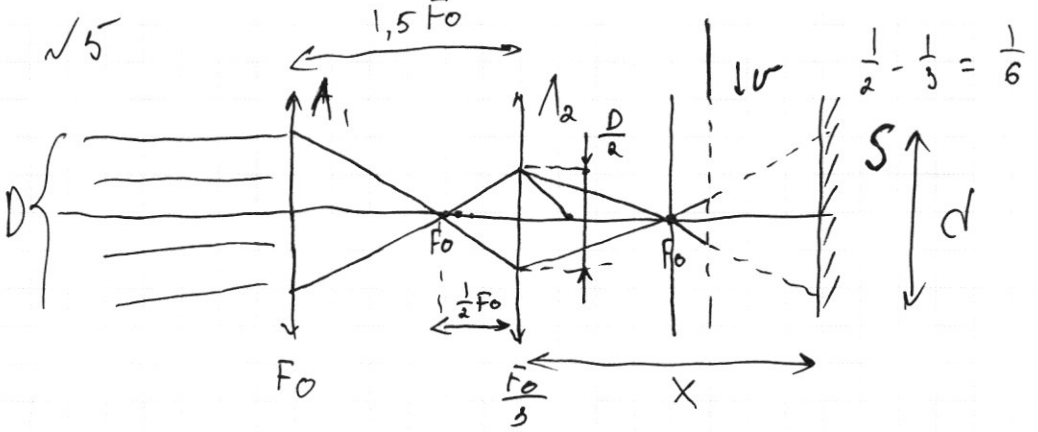
$$t_1 = \frac{\ell}{v} = \frac{\frac{1}{6}D}{\frac{D}{12\tau_0}} = \frac{12\tau_0}{6} = \boxed{2\tau_0}$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5

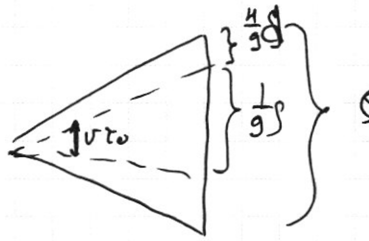


$\frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$

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

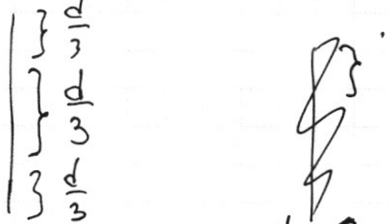
Если мишень не закрывает свет, то площадь света на Д равна S

$\frac{\frac{D}{2}}{\cancel{4}d} = \frac{F_0}{x - F_0}$



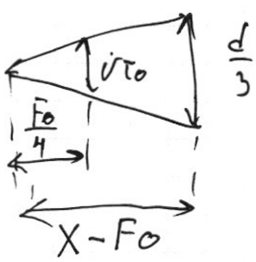
Диаметр мишени $v \cdot \tau_0$

$\frac{v\tau_0}{\frac{1}{9}S}$



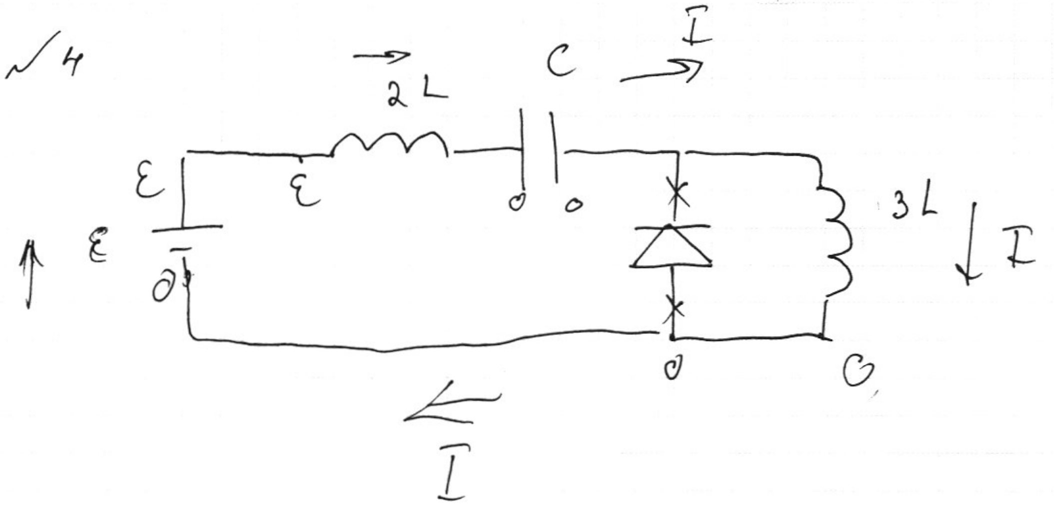
Когда мишень зеркала то на Д не попало $\frac{1}{9}S$

$\frac{\pi d^2}{4} : \frac{\pi d^2}{9} = \frac{9}{4}$

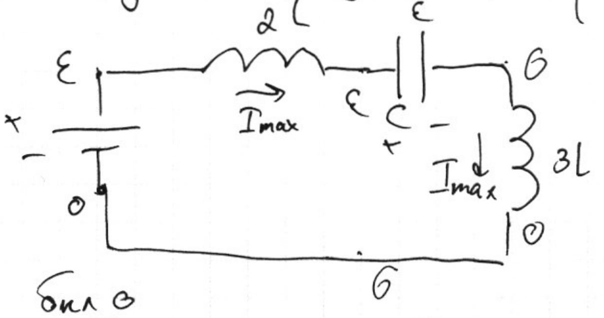


$\frac{v\tau_0}{\frac{F_0}{4}} = \frac{\frac{d}{3}}{x - F_0}$

№4



Когда ток ~~вдоль~~ вверх (↻):



$T = 2\pi\sqrt{5LC}$

был 0
стал Cε

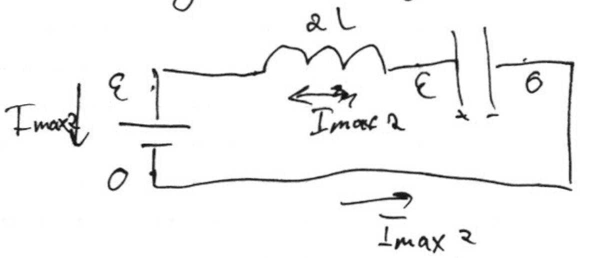
ЗСЭ

$$\varepsilon \cdot C\varepsilon = \frac{5LI_{max}^2}{2} + \frac{C\varepsilon^2}{2}$$

$$C\varepsilon^2 = 5LI_{max}^2$$

$$I_{max1} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{5L}}$$

Когда ток вниз по источнику (↺):



$T = 2\pi\sqrt{2LC}$

ЗСЭ от 0 до текущего момента

$$+C\varepsilon^2 = \frac{2LI_{max}^2}{2} + \frac{C\varepsilon^2}{2}$$

$$C\varepsilon^2 = 2LI_{max}^2 \qquad I_{max2} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{2L}}$$

☑ 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

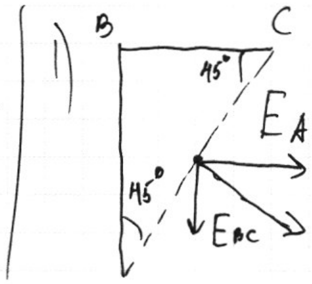
№3

$AB = BC$

$\alpha = \frac{\pi}{4}$

$k = \frac{E_{K\Phi}}{E_{K\alpha}} - ?$

1)



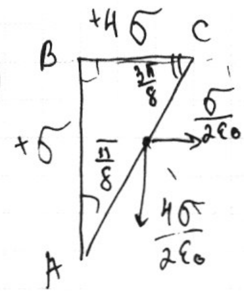
$E_{BC} = E_{KO} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{q}{2\varepsilon_0 S}$

$\vec{E}_{K1} = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$

$E_{K1} = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}$

$\Rightarrow \boxed{k = \sqrt{2}}$

2)



$E_K = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{17}$

$AB = x \quad BC = x \operatorname{tg}\frac{\pi}{8}$

$E_{\cancel{BC}} = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot BC \qquad E_{AC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot AC$

по т. Фарадея:

$\frac{\sigma \cdot \cancel{\pi r^2}}{\varepsilon_0} = E \cdot 2\cancel{\pi r^2} \qquad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)