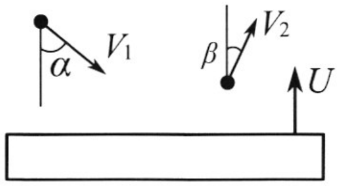
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.



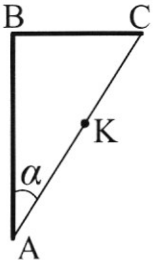
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

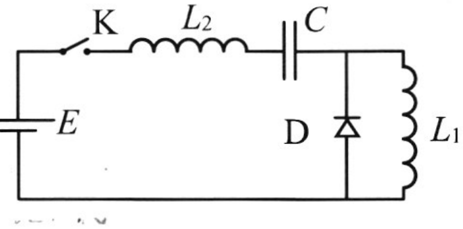
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

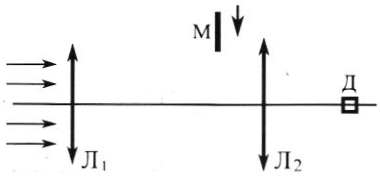
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

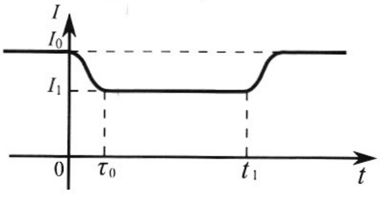
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями L_1 = 3L, L_2 = 2L, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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). $I_1 = 8I_0/9$.





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

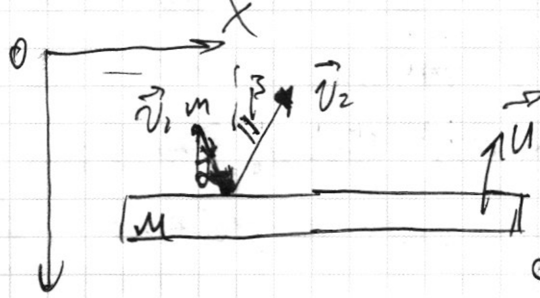
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



1) по оси ox внешних сил на шарик нет => его импульс не меняется.

$ox: mv_1\sin\alpha = mv_2\sin\beta$

$\frac{2}{3}v_1 = \frac{1}{3}v_2$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$;

$\cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$;

$v_2 = 2v_1 = \boxed{12 м/с}$

2) по оси oy:

$mv_1\cos\alpha - Mu = -mv_2\cos\beta - Mu_1$

$u_1 = u - \frac{m}{M}[v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta]$.

пусть при ударе ~~было~~ выделилась энергия Q.

$Q = E_1 - E_2 = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} - \frac{Mu_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}$

$Q > 0$;

$Mu^2 + mv_1^2 - M\left(u - \frac{m}{M}[v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta]\right)^2 - mv_2^2 > 0$

$\cancel{Mu^2} + mv_1^2 - \cancel{Mu^2} - \frac{m^2}{M}[v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta]^2 + 2mu[v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta] - mv_2^2 > 0$

т.к. $M >> m$

$v_1^2 - v_2^2 + 2u(v_1\cos\alpha + v_2\cos\alpha) > 0$.

$u > \frac{v_2^2 - v_1^2}{2[v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta]} =$

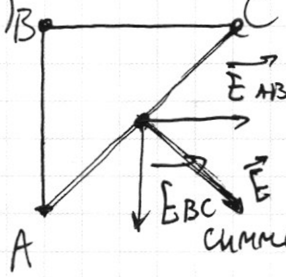
$= \frac{144-36}{2[6\cdot\frac{\sqrt{5}}{3} + 12\frac{2}{3}\sqrt{2}]} = \frac{108}{2\cdot[2\sqrt{5}+8\sqrt{2}]} = \boxed{\frac{27}{\sqrt{5}+4\sqrt{2}} м/с}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Ответ: 1) $V = 12$ м/с

2) $u > \dfrac{27}{\sqrt{5} + 4\sqrt{57}}$ м/с

#3

1) 

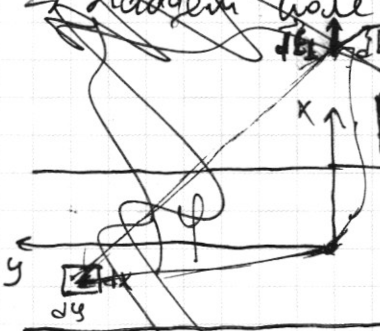
~~Е~~ если $\alpha = \frac{\pi}{4}$, то $AB = BC$ и пластины одинаковы и точка K равноудалена от них. Значит, поля, создаваемые каждой из них равны. ~~Эт~~ Из-за симметрии на середине пластины поле направлено перпендикулярно ей.

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

$$|\vec{E}| = \sqrt{|\vec{E}_{BC}|^2 + |\vec{E}_{AB}|^2} = \sqrt{2}\,|\vec{E}_{AB,BC}|$$

$\boxed{\text{Ответ: в } \sqrt{2} \text{ раз}}$

2) ~~Найдём поле бесконечной плоскости:~~



$$\cancel{dE_x = dE\cos\varphi}$$

$$\cancel{\cos\varphi = \frac{\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2+h^2}}}$$

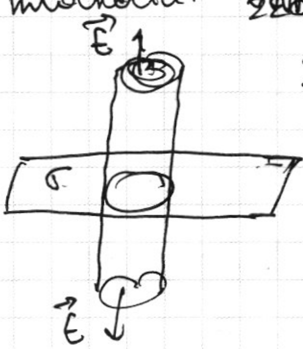
$$\cancel{dE = \frac{k\,dq}{(\sqrt{x^2+y^2+h^2})^2} = \frac{k\,dq}{x^2+y^2+h^2}}$$

$$\cancel{dq = \sigma\,dx\,dy}$$

$$\cancel{dE = \frac{k\sigma\,dx\,dy}{x^2+y^2+h^2}}$$

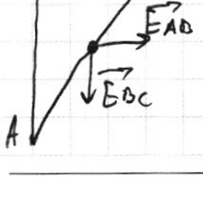
$$\cancel{dE_x = \frac{k\sigma\,dx\,dy\sqrt{x^2+y^2}}{(x^2+y^2+h^2)^{3/2}}}$$

(2) поле бесконечной заряженной плоскости:



$$2ES = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}.$$



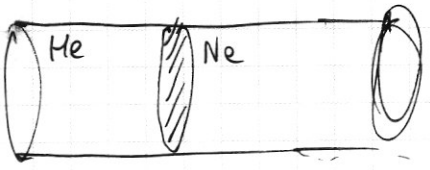
$$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

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

$$E = \sqrt{\frac{4\sigma^2}{\varepsilon_0^2} + \frac{1}{4}\frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2}} = \boxed{\frac{\sqrt{17}}{2}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}}$$

Ответ: $\dfrac{\sqrt{17}}{2}\dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}$

(#2)



1) вначале давления в отсеках равны:

$$\frac{\nu R T_1}{V_{He}} = \frac{\nu R T_2}{V_{Ne}}$$

$$\frac{V_{He}}{V_{Ne}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330}{440} = \boxed{\frac{3}{4}}$$

2) в уст. ~~со~~ положении поршня

$$\frac{\nu R T}{V_{1He}} = \frac{\nu R T}{V_{2He}}$$

$$\Delta U_{He} + \Delta U_{Ne} = 0$$

$$\frac{3}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T - T_2) = 0$$

$$T_1 + T_2 = 2T$$

$$\frac{T_1+T_2}{2} = T = \frac{330+440}{2} = \frac{770}{2} = \boxed{385\text{ K}}$$

3) т.к. поршень движется медленно, то в любой момент:

$$\frac{\nu R T_{He}}{V_{He}} = \frac{\nu R T_{Ne}}{V_{Ne}}$$, ~~где T_i темп. газа i а V_i~~

$$d U_{He} + d U_{Ne} = 0$$

$$\frac{3}{2}\nu R dT_{He} + \frac{3}{2}\nu R dT_{Ne} = 0$$

$$dT_{He} + dT_{Ne} = 0$$

$$T_{He} = \frac{PV_{He}}{\nu R}; \quad T_{Ne} = \frac{PV_{He}}{\nu R}$$

$$dT_{He} = \frac{1}{\nu R}\left[P dV_{He} + V_{He} dP\right]$$

$$dT_{Ne} = \frac{1}{\nu R}\left[P dV_{Ne} + V_{Ne} dP\right]$$

$$dT_{He} + dT_{Ne} = P(dV_{He} + dV_{Ne}) + dP(V_{He} + V_{Ne}) = 0$$

$dV_{He} + dV_{Ne} = 0$, т.к. $dV_{He} = -dV_{Ne}$; $\Rightarrow dP = 0$, $P = const$, процесс ~~в сосуде~~ - в каждом из отсеков сосуда изобарический.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

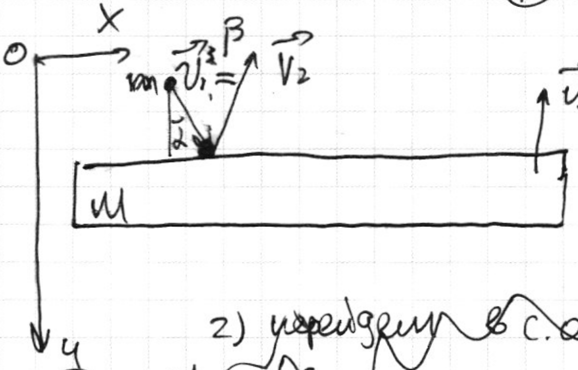
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

7



~~1) после удара скорость массивной плиты не изменилась~~ почти

1) т.к. по оси Ox на шарик не действует сил, то ~~до удара~~ его импульс сохраняется

2) ~~перейдем в с.о. плиты. скорость шарика в ней:~~

~~$v_{x_1}' = v_1 \sin\alpha$~~ $\quad Ox: \; m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$

~~$v_{y_1}' = v_1 \cos\alpha + u.$~~ $\quad v_2 = v_1 \dfrac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 6 \cdot \dfrac{2/3}{1/3} = \boxed{12 \, м/с}$

при ударе:

$Oy:$

$\iint \dfrac{k\,dq}{\sqrt{x^2+y^2+h^2}} = \int \dfrac{\sigma\,dx\,dy}{\sqrt{x^2+y^2+h^2}}$

~~$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} =$~~ $\quad \dfrac{mv_1^2}{2} + \dfrac{Mu^2}{2} = \dfrac{mv_2^2}{2} + \dfrac{Mu_1^2}{2}$

$\int \dfrac{dx}{\sqrt{x^2+c}} = \quad \left(\dfrac{x}{\sqrt{y^2+h^2}} \right)^2 \quad 3/2$

$m v_1 \cos\alpha - Mu = -Mu_1 + m v_2 \cos\beta \qquad Mu_1 = Mu + m v_2 \cos\beta - m v_1 \cos\alpha$

$M(u - u_1) = m(v_1 \cos\alpha - v_2 \cos\beta) \qquad u_1 = u + \dfrac{m}{M} v_2 \cos\beta - \dfrac{m}{M} v_1 \cos\alpha$

$m v_1^2 + Mu^2 = m v_2^2 + Mu_1^2 + Q$ $\qquad 0.$

$m v_1^2 + \cancel{Mu^2} = m v_2^2 + \cancel{Mu^2} + \frac{m^2}{M}(v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha)^2 +$

~~$M(u-u_1)(u+u_1) =$~~

$+ 2um(v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha) - Q$

M

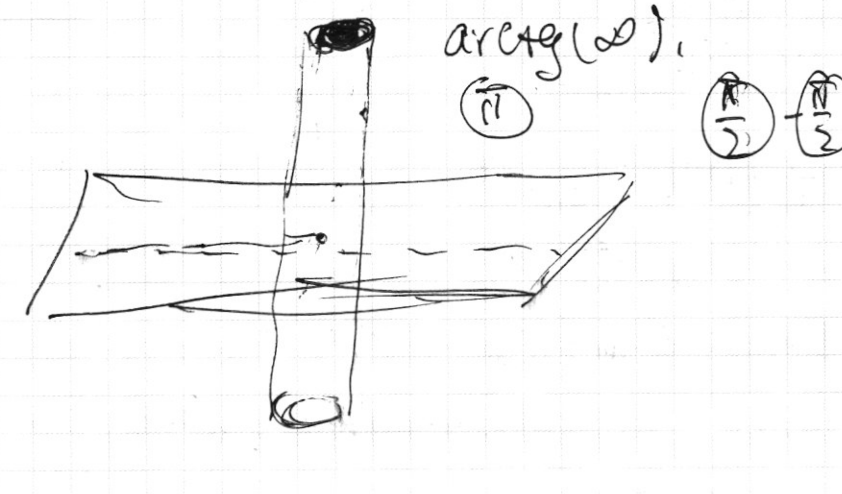
~~$mv_1^2 - mv_2^2$~~

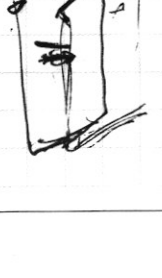
$\text{arctg}(\infty)$,

$144 - 36 = 108$

$\pi \qquad \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2}$

~~$2 \cdot 4$~~ -7





☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

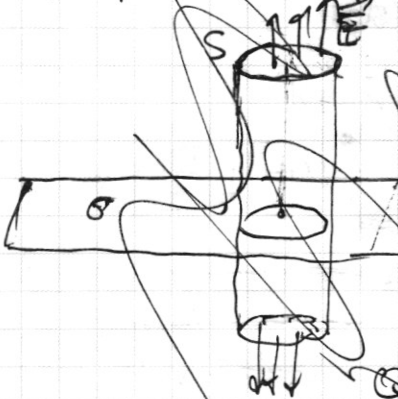
$Q_{He} = \frac{3}{2}\nu R \Delta T_{He} + A_{He} = \frac{3}{2}\nu R(T-T_1) + P\Delta V = \frac{3}{2}\nu R(T-T_1) + \nu R(T-T_1) =$

$= \frac{5}{2}\nu R(T-T_1) = \frac{5}{2}\cdot\frac{6}{25}\cdot 8{,}3\cdot 55 = 3\cdot 8{,}3\cdot 11 = \boxed{273{,}9\ Дж}$

Ответ: $\frac{3}{4}$; 385 K; 273,9 Дж

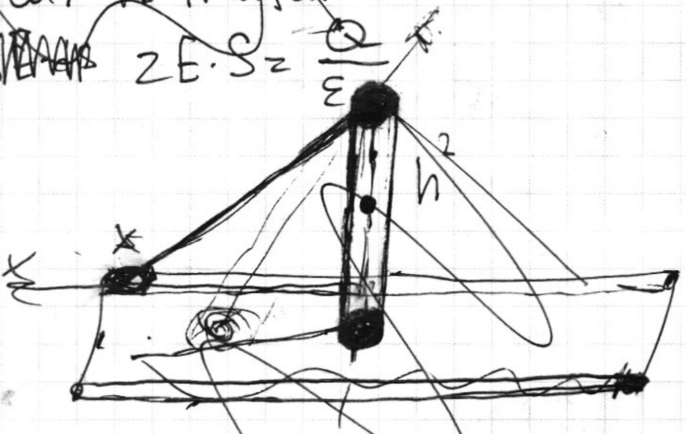
#3

1) определим напряжённость, создаваемую пластиной:



из-за симметрии пластины поле может быть направлено только перпендикулярно ей. По т. Гаусса:

$2E\cdot S = \frac{Q}{\varepsilon}$

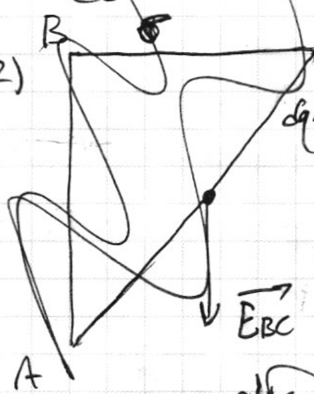


$Q = \sigma S$

$2E\cdot S = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0}$

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

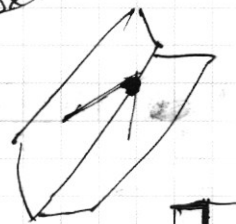
2)



$dq = dx\,dy\,\sigma$

$E = \frac{k\,dq}{(x^2+y^2+h^2)}$

$\int \frac{dx}{1+x^2}$



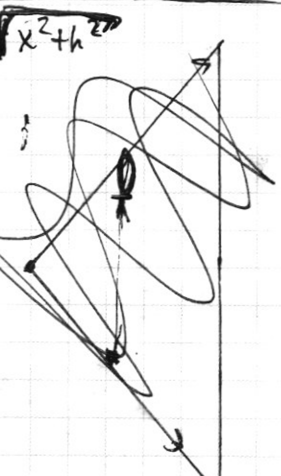
$\int dE = \frac{k\,dx\,dy}{\sqrt{x^2+y^2+h^2}}$

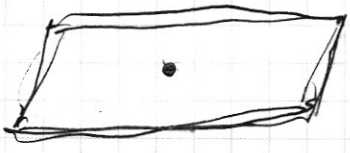
$E = \int k\frac{dx}{\sqrt{x^2+y^2+h^2}} = k\int\frac{dx(y^2+h^2)}{\sqrt{x^2+h^2}}$

$\frac{1}{AB}\cdot BC$

$\frac{\pi}{2}$

$E\left(1-\frac{1}{d}\right)\cdot h =$





$\frac{\sigma}{\varepsilon_0 r}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q_1 = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_1 + A_1$

$\cancel{\Delta U_1 = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) = \frac{3}{2}\nu R(T_1 + T_2)}(T_2 - T)$

$Q_2 = -\frac{3}{2}\nu R\Delta T_2 + A_2$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R dT_1 + \frac{3}{2}\nu R dT_2 = 0.$

$MU_1 + mv_2\cos\alpha = MU - mv_1\cos\alpha$

$\frac{3}{2}PdV_1 + \frac{3}{2}PdV_2$

$P = \frac{\nu RT_1}{V_1} = \frac{\nu RT_2}{V_2}$

$\frac{3}{2}\, dT_1 + dT_2 = 0.$

$\frac{8{,}3}{9\,9}$

$v_{1y} + U$

$T = \frac{PV}{\nu R}$

$U_1 = U - \frac{m}{M}(v_2\cos\alpha + v_1\cos\beta)$

$\frac{3}{7}V,\ 330$

$d\left(\frac{P_s V_1}{\nu R}\right) + d\left(\frac{P_s V_2}{\nu R}\right) = 0$

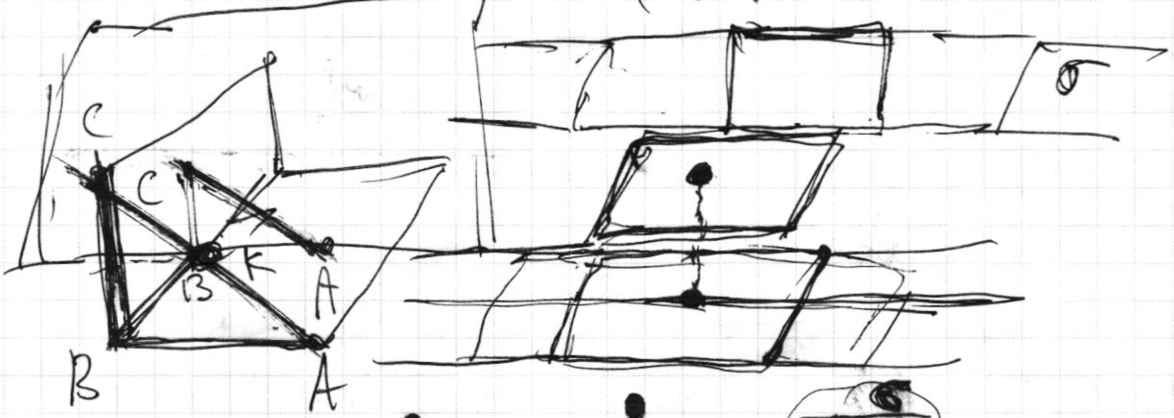
$\frac{264}{273{,}9}$

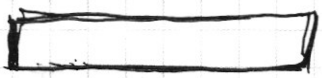
330

$dP_s V_1 + PdV_1$

$v_{2y} = v_{2x} - U$

$(v_{1y} + U) = v_{2x}$

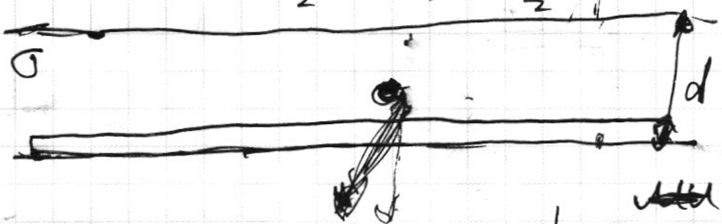




$\frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0 r}$

$\frac{MU^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} = \frac{MU_1^2}{2} + \frac{Mv_2^2}{2}$

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



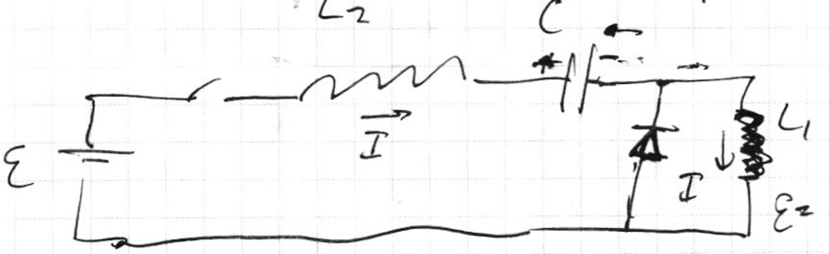
$U^2 - U_1^2 > 0$

$mv_1\cos\alpha - MU = -MU_1 - mv_2\cos\alpha$

Вначале диод закрыт.

$\varepsilon - L\dot{I}_2 - U_C - L\dot{I}_1 = 0.$

$L\dot{I}_2 < 0.$



☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

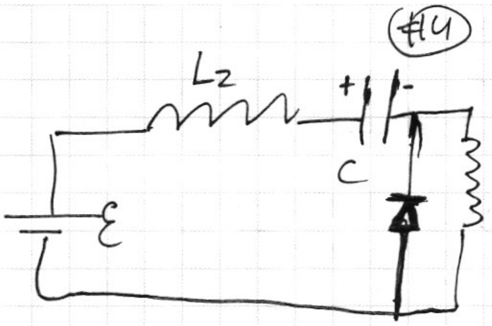
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



1) ~~Вначале~~ после замыкание ключа диод закрыт, в цепи колебание до того, как $\dot{I}=0$, тогда диод откроется.

$$\mathcal{E}-(L_1+L_2)\dot{I}-\frac{q}{C}=0.$$

$$\mathcal{E}-5L\dot{I}-\frac{q}{c}=0.$$

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

$$q=q'+C\mathcal{E}$$

$$\ddot{q}'+\frac{q'}{5LC}=0.$$

$$q'(t)=A\cos\left(\frac{1}{\sqrt{5LC}}t+\varphi\right)$$

$$q(t)=C\mathcal{E}+A\cos\left(\frac{1}{\sqrt{5LC}}t+\varphi\right)$$

$$\dot{q}(t)=-\frac{A}{\sqrt{5LC}}\sin\left(\frac{1}{\sqrt{5LC}}+\varphi\right)$$

$$q(0)=0=C\mathcal{E}+A\cos\varphi$$

$$\dot{q}(0)=0=-A/\sqrt{5LC}\,\sin\varphi\ ;\ \varphi=\pi.$$

$$q(0)=C\mathcal{E}-A=0$$

$$A=C\mathcal{E}$$

$$q(t)=C\mathcal{E}\left(1+\cos\left(\frac{1}{\sqrt{5LC}}t+\pi\right)\right)$$

$$\dot{I}(t)=-\frac{C\mathcal{E}}{5CL}\cos\left(\frac{1}{\sqrt{5LC}}t_1+\pi\right)=0.$$

$$\cos\left(\frac{1}{\sqrt{5LC}}t_1+\pi\right)=0.$$

$$\frac{1}{\sqrt{5LC}}t_1+\pi=\frac{3\pi}{2}$$

$$t_1=\frac{\pi}{2}\sqrt{5LC}$$

$$q(t_1)=C\mathcal{E}$$

$$\dot{q}(t_1)=\frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5LC}}$$

после этого диод открывается и в цепи начинаются колебания без катушки L_1.

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$$\mathcal{E} - 2L\dot{I} - \frac{q}{C} = 0$$

$$\ddot{q} + \frac{q}{2LC} - \frac{\mathcal{E}}{2L} = 0.$$

$$q = q' + C\mathcal{E}$$

$$q'(t) = A_1 \cos\left(\frac{t}{\sqrt{2LC}} + \varphi_1\right)$$

$$q(t) = C\mathcal{E} + A_1 \cos\left(\frac{t}{\sqrt{2LC}} + \varphi_2\right)$$

$$q(0) = C\mathcal{E} + A_1 \cos(\varphi_2) = C\mathcal{E}.$$

$$\varphi_2 = 3\pi/2$$

$$\dot{q}(t) = -A_1/\sqrt{2LC}\,\sin\varphi = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5LC}}$$

$$A_1 = C\mathcal{E}\sqrt{\frac{2}{5}}$$

$$q(t) = C\mathcal{E}\left(1 + \sqrt{\frac{2}{5}}\cos\left(\frac{t}{\sqrt{2LC}} + \frac{3\pi}{2}\right)\right)$$

когда на L_2 ток снова 0:

$$\dot{q}(t_2) = 0;$$

$$\sqrt{\frac{2}{5}}C\mathcal{E}\sin\left(\frac{t_2}{\sqrt{2LC}} + \frac{3\pi}{2}\right) = 0.$$

$$\frac{t_2}{\sqrt{2LC}} + \frac{3\pi}{2} = 2\pi.$$

$$t_2 = \frac{\pi}{2}\left(\sqrt{2LC}\right)$$

$$\boxed{T = \frac{\pi}{2}\left[\sqrt{5LC} + \sqrt{2LC}\right]}$$

2) когда макс. ток на L_1, то $L\dot{I} = 0$.

$t = t_1$.

$$I(t_1) = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5LC}};$$

3) ~~после макс. тока на~~ макс. ток на L_2 на 1-ом этапе колебаний – $\frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5LC}}$. На втором:

$$\dot{I}(t) = -\sqrt{\frac{2}{5}} \cdot \frac{C\mathcal{E}}{2LC}\cos\left(\frac{t_3}{\sqrt{2LC}} + \frac{3\pi}{2}\right) = 0.$$

$$\cos\left(\frac{t_3}{\sqrt{2LC}} + \frac{3\pi}{2}\right) = 0.$$

$$|I(t_3)| = \left|-\sqrt{\frac{2}{5}} \cdot C\mathcal{E} \cdot \frac{1}{\sqrt{2LC}}\right| = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5LC}}$$

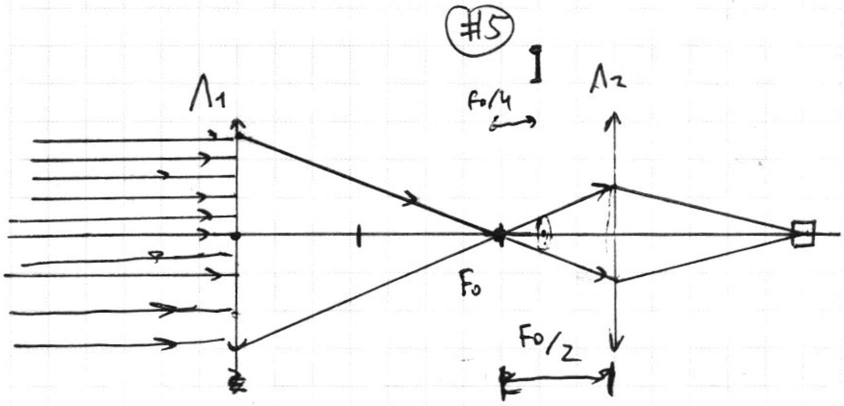
Ответ: $T = \frac{\pi}{2}\left[\sqrt{5LC} + \sqrt{2LC}\right]$; $I_{01} = I_{02} = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5LC}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

#5



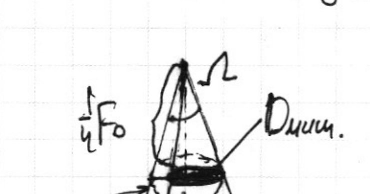
1) найдём расстояние до детектора

$$\frac{1}{F_0/3} = \frac{1}{\frac{3}{2}F_0 - F_0} + \frac{1}{d}$$

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

$$\boxed{d = F_0}$$

2) за время τ_0 мишень прошла расстояние, равное ~~свои~~ своему ~~длина радиусу~~ диаметру. ~~При~~ RAS Мощность света пропорциональна ~~площади, падающих на линзу~~ лучей площади лучей, которые падают на линзу ~~телесному углу, под которым лучи падают на мишень~~



$$\frac{D'}{D} = \frac{F_0/4}{F_0/2} = \frac{1}{2}$$

$$D' = \frac{D}{2}$$

$$P_1 \sim \frac{\pi D'^2}{4}$$

$P_2 \sim$

Dтёмн. = 2Dмиш.

$$I_0 \sim \frac{1}{4}\pi D^2 \; ; \; I_1 \sim \left(\frac{1}{4}\pi D^2 - \frac{1}{4}\pi D_{тём}^2\right)$$

$$\frac{I_1}{I_0} = 1 - \left(\frac{D_{\text{тём}}}{D}\right)^2 = \frac{8}{9}$$

$$\left(\frac{D_{\text{тём}}}{D}\right)^2 = \frac{1}{9}$$

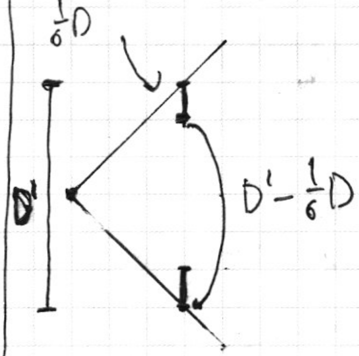
$$D_{\text{тём}} = \frac{D}{3} = 2D_{\text{миш}}.$$

$$D_{\text{миш}} = \frac{1}{6}D.$$

$$V\tau_0 = \frac{1}{6}D.$$

$$\boxed{V = D/6\tau_0}$$

За время $t_1 - \tau_0$ мишень дошла до конца пучка.



$$D' - \frac{1}{6}D = \frac{1}{2}D - \frac{1}{6}D = \frac{1}{3}D.$$ – расстояние, пройдёное мишенью.

$$V(t_1 - \tau_0) = \frac{1}{3}D.$$

$$\frac{\cancel{D}}{6\tau_0}(t_1 - \tau_0) = \frac{1}{3}\cancel{D}$$

$$t_1 - \tau_0 = 2\tau_0.$$

$$\boxed{t_1 = 3\tau_0}$$

Ответ:
1) F_0;
2) $\frac{D}{6\tau_0}$
3) $3\tau_0$.