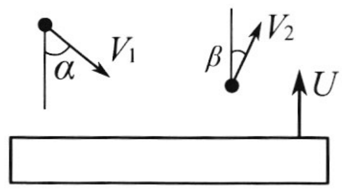
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-02**

Шифр
(заполняется секретарём)

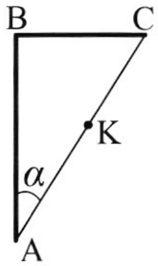
1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 6$ м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты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

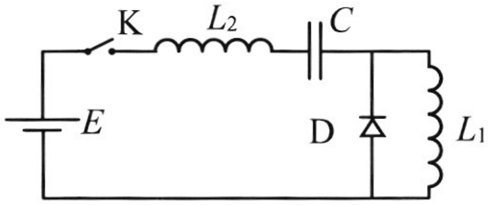
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия $T_1 = 330$ 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.



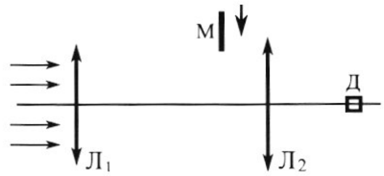
1) Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC, если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
2) Пластины BC и AB заряжены положительно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

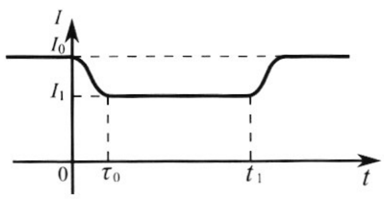
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5 Дано

F_0, D, τ

F_0 Л1

$F_0/3$, Л2

$L = 1{,}5F_0$

$D \ll F_0$ линзы

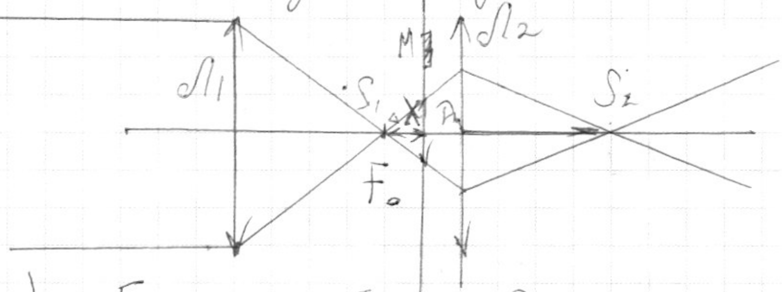
1) Пусть a_i – расстояние от источника до линзы, а b_i – расстояние до изображения до линзы

тогда ~~лучи~~ параллельный пучок соберется в фокусе линзы Л1 на расстоянии $a_2 = L - F_0 = \frac{F_0}{2}$ от линзы Л2, из уравнения тонкой линзы

$$\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{3}{F_0} \Rightarrow b_2 = F_0,$$ ~~чтобы~~

~~фотодетектор~~ в фотодетекторе свет фокусируется ⇒ $b_2 = F_0$ – расстояние от Л2 до фотодетектора

2) мишень движется вдоль плоскости ~~по~~ параллельной линзе и находится на расстоянии



$$\Delta X = \frac{F}{2} - \left(\frac{5}{4}F_0 - F_0\right) = \frac{F_0}{4}$$ от ~~изобр~~ т. S_1

в линзу зайдет только пучок попадающий в диаметр D, тогда из геометрических соображений

$$\frac{D_M}{D} = \frac{X}{F_0} \Rightarrow D_M = \frac{D}{4}$$, где D_M – диаметр пучка

в плоскости движения мишени M. ~~Энергия пучка равномерно~~ 3) Энергия пучка равномерно распределена по площади сечения пучка плоскостью движения мишени M

мишени М (т.к. $D \ll F_0$ по условию) следовательно

если d_M – диаметр самой ~~ми~~ мишени

$$\left(\frac{d_M}{D_M}\right)^2 = \frac{I_1 - I_0}{I_0} \Rightarrow d_M = \frac{D}{3\cdot 4}$$

3) за время τ_0 мишень полностью входит в область пучка т.к. I практически не ~~из~~ меняется и область перекрытия пучка постоянна

$$\Rightarrow V\tau_0 = d_M \Rightarrow V = \frac{d_M}{\tau_0} = \frac{D}{\tau_0}\frac{1}{12}$$

4) ~~за~~ за время τ_1 мишень полностью проходит область пучка и в момент τ_1 находится на нижней его границе

$$\Rightarrow V\tau_1 = D_M \Rightarrow \tau_1 = \frac{D_M}{V} = \frac{D}{4}\frac{12\tau_0}{D} = 3\tau_0$$

Ответ: 1) $D_л = F_0$

2) $V = \frac{D}{12\tau_0}$

3) $\tau_1 = 3\tau_0$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2 Дано:

1) α,

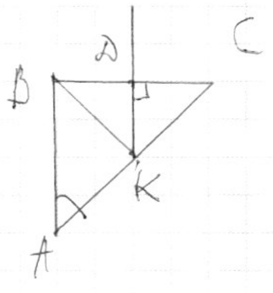
2) $\sigma_1 = 4\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

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

Решение

1)



$\alpha = \angle BAC = \frac{\pi}{4}$, $\angle ABC = \frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow \angle ACB = \frac{\pi}{4} \Rightarrow$ треугольник равнобедренный и прямоугольный опустим перпендикуляр на BC из т. K до т. ~~KD~~ D пусть ~~KD~~ плоскость проходящая через $KD \parallel BA$, рассмотрим два заряда, из симметрии следует, что

E_y и E_x составляющие, ~~где $E_Z = E_X$~~ полей пластины в т. K $E_y = E_Z = 0$ $\Rightarrow$ напряженность поля в т. k. $E_z = E_0$ и направлена перпендикулярно BC, аналогично для AB ~~т.к~~ т.к. треугольник равнобедренный, а K — середина AC $\Rightarrow$ плоскость AB будет создавать напряженность поля аналогичную BC $\Rightarrow E_{BC} = E_0 = E_{AB} = E_{\perp} = E_2$

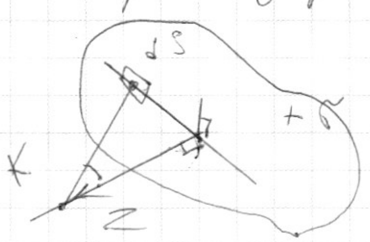
т.к. $AB \perp BC \Rightarrow \vec{E_{BC}} \perp \vec{E_{AB}} \Rightarrow$ по принципу суперпозиций $\vec{E'} = \vec{E_{bc}} + \vec{E_{AB}} \Rightarrow E' = \sqrt{2} E_0$

$E = E_0 \Rightarrow$ напряженность увеличится в $E'/E = \sqrt{2}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

2) рассмотрим плоскость равномерно заряженную $+\sigma$
выберем элемент площади dS



его напряженность поля в т. K

$$dE = \frac{K\sigma dS}{r^2}$$

в проекции на ось OZ, $dE_z = \frac{K\sigma dS}{r^2}\cos\alpha = E\perp$

где OZ ⊥ плоскости

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

где $d\Omega$ — телесный угол под которым видна плоскость из т. K

$$\Rightarrow dE_z = K\sigma\, d\Omega \Rightarrow E_z = K\sigma\,\Omega = E\perp$$

аналогично с пунктом 1 в нашем случае поле пластин BC и AB, E_{yBC}, E_{yAB}, E_{xAB}, E_{xBC} равны нулю т.к. т. K — середина гипотенузы AC

3) $\Rightarrow E_{\perp BC} = \frac{\sigma_1}{4\pi\varepsilon}\Omega_1 \quad E_{\perp AB} = \frac{\sigma_2}{4\pi\varepsilon}\Omega_1$

$\alpha = \frac{\pi}{8} \Rightarrow \cancel{\angle BKC} = \angle AKB = \pi - \frac{\pi}{4} = \cancel{\frac{\pi}{4}}\ \frac{3}{4}\pi$

$\angle BKC = \pi - \angle AKB = \frac{\pi}{4}$, ~~где~~

Из геометрических соображений можно достроить грань BC до многогранной призмы как показано на рисунке

тогда становится очевидным что $\frac{\Omega_1}{4\pi} = \frac{\angle BKC}{2\pi}$

$$\Rightarrow \Omega_1 = 2\angle BKC = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \Omega_2 = 2\angle AKB = \frac{3}{2}\pi$$

$\Rightarrow$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\Rightarrow E_{\perp AB} = \frac{\sigma_2}{4\pi\varepsilon_0}\Omega_2 = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\frac{3}{2}\pi = \frac{3\pi\sigma}{8\pi\varepsilon} = \frac{3\sigma}{8\varepsilon}$

$E_{\perp BC} = \frac{\sigma_1}{4\pi\varepsilon}\Omega_1 = \frac{4\sigma}{4\pi\varepsilon}\frac{\pi}{2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon}$

$\overline{E_{\perp BC}} \perp \overrightarrow{E_{\perp AB}} \Rightarrow E = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0}\sqrt{1+\left(\frac{3}{4}\right)^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{\frac{25}{4}}$

$\cancel{\Rightarrow \frac{\sigma}{4\varepsilon}\sqrt{13}} = \frac{5\sigma}{8\varepsilon}$

Ответ: ~~$E/k = 1/9$~~ 1) $\frac{E'}{E} = \sqrt{2}$

2) $E = \cancel{\frac{\sigma}{4\varepsilon}\sqrt{13}} = \frac{5\sigma}{8\varepsilon}$

№2 Дано:

$\nu = \frac{6}{25}$ моль $= \nu_1 = \nu_2$

T_1, T_2

Решение

1) т.к. поршень движется медленно, то

$p_1 \approx p_2 \Rightarrow$ из уравнения клапейрона менделеева:

$p_1V_1 = \nu RT_1$
$p_2V_2 = \nu RT_2$ $\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{33}{44} = \frac{3}{4}$

2) Из закона сохранение энергии

$\frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{3}{2}\nu RT_2 = \frac{3}{2}2\nu RT_k$, где T - уст. температура

$\Rightarrow T = \frac{T_1+T_2}{2} = \frac{77}{2}10 = 385K$

3) $U_{He\,1} = \frac{3}{2}\nu R T_1$

~~после~~ в уст. режиме $U_{He}' = \frac{3}{2}\nu R T$

$= \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1+T_2}{2}\right)$

$\Rightarrow \Delta U_{He} = U_{He}' - U_{He} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_1+T_2}{2} - \frac{2T_1}{2}\right)$

$= \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_2-T_1}{2}\right) = \frac{3}{2}\cdot\frac{6}{25}\cdot 8{,}3\cdot\frac{110}{2}$

$= \frac{9}{25}\cdot 8{,}3\cdot 55 = \frac{9\cdot 8{,}3\cdot 11}{5}$ Дж

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$

2) $T = \frac{T_1+T_2}{2} = 385K$

3) $\Delta U_{He} = \frac{3}{2}\nu R\left(\frac{T_2-T_1}{2}\right) = \frac{9\cdot 11\cdot 8{,}3}{5}$ Дж.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

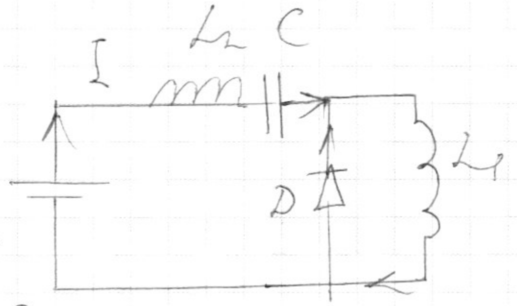
№1 Дано

$L_1 = 3L$

$L_2 = 5L$

C, E

Решение



1) в начальный момент диод закрыт

⇒ по I и II законам кирхгофа

$$\begin{cases} E = (L_2+L_1)\dot{I} + U_C \\ I = C\dot{U}_C \end{cases}$$, где U_C – напряжение на конденсаторе

$$\Rightarrow E = (L_2+L_1)C\ddot{U}_C + U_C \Rightarrow \omega_1 = \frac{1}{\sqrt{C(L_2+L_1)}} = \frac{1}{\sqrt{5LC}}$$

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}$$

$$U_C = A_1\cos\omega_1 t + A_2\sin\omega_1 t + E$$

$U_C(0)=0$, $I_C(0)=0$ $\Rightarrow A_2 = 0, A_1 = -E$

$$\Rightarrow U_C = E(1-\cos\omega_1 t)$$

$$I = C\dot{U}_C = EC\omega_1\sin\omega_1 t$$

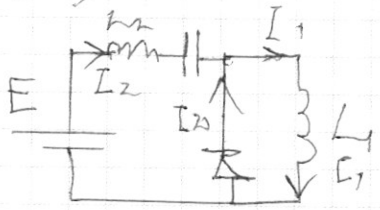
$U_{L1} = L_1\dot{I} = ECL_1\omega_1^2\cos\omega_1 t$ в начальный момент диод закрыт, а когда $U_{L1} = 0$ диод открывается в момент времени $\tau_{1x} = \frac{T_1}{4}$, в этот момент ток в цепи $I_x = EC\omega_1$, напряжение на конденсаторе $U_{CX} = E$

2) Далее диод открывает, по I и II законам кирхгофа

с учетом ~~D~~ $U_D = 0$ ~~$L_1\dot{I}_1 = 0$~~

~~$E = L_2\dot{I}_2 + U_C$, $I_2 = C\dot{U}_2$~~

~~$I_2 + I_D = I_1$~~



$$\begin{cases} E = L_2\dot{I}_2 + U_C \\ L_1\dot{I}_1 = 0 \\ I_2 = C\dot{U}_C \end{cases} \Rightarrow I_1 = const = I_x = CE\omega_1$$

$\Rightarrow I_2 + I_D = I_1 = const$

$E = CL_2\ddot{U}_C + U_C \Rightarrow \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{CL_2}} = \frac{1}{\sqrt{2CL}}$

$U_C = A_1\cos\omega_2 t + A_2\sin\omega_2 t + E$

$U_C(0) = E \quad I(0) = I_x = CE\omega_1$

$\Rightarrow A_1 = 0 \qquad A_2 = E\frac{\omega_1}{\omega_2}$

$\Rightarrow U_C = E\left(1 + \frac{\omega_1}{\omega_2}\sin\omega_2 t\right)$

$I_2 = C\dot{U}_C = CE\omega_1\cos\omega_2 t$

$I_D = I_1 - I_2 = CE\omega_1(1 - \cos\omega_2 t)$, как видно I_D всегда $I_D \geqslant 0$ т.е после этого момента диод всегда открыт, а ток через катушку L_1 перестает меняться

тогда максимально значение токов в обоих катушках

$I_{01} = I_x = CE\omega_1 = E\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = E\sqrt{\frac{C}{5L}}$

и аналогично $I_{02} = I_x = E\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = E\sqrt{\frac{C}{5L}}$

а период этих колебаний

$T = \frac{2\pi}{\omega_2} = 2\pi\sqrt{2CL}$

~~Ответ: 1) $T = 2\pi\sqrt{2CL}$~~

~~2) $I_{01} = I_{02} = E\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = E\sqrt{\frac{C}{5L}}$~~

№5 Ответ: 1) $T = 2\pi\sqrt{CL_2} = 2\pi\sqrt{2CL}$

2, 3) $I_{01} = I_{02} = E\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = E\sqrt{\frac{C}{5L}}$

№1 Дано:

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

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

V_1

1) V_2 - ?

2) U - ?

Решение:

1) Из закона сохранения импульса вдоль горизонтальной оси

$mV_1\sin\alpha = V_2\sin\beta\, m$, где m - масса шарика

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

2) в первую очередь для того чтобы шарик мог отлететь от пластины

$V_2\cos\beta \geq U \Rightarrow U \leq V_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\sqrt{1-\sin^2\beta}$

$\Rightarrow U \leq 2V_1\frac{2}{3}\sqrt{2} \leq \frac{4}{3}\sqrt{2}V_1 \leq 16\sqrt{2}\frac{м}{с}$

Из закона сохранения импульса и энергии вдоль вертикальной оси

~~$MU_1 + m\,V_1$~~ ~~$MU_1 - mV_1\cos\alpha$~~

$$\begin{cases} MU_1 - mV_1\cos\alpha = MU_2 + mV_2\cos\beta \\ \frac{mV_1^2\cos^2\alpha}{2} + \frac{MU_1^2}{2} = Q + \frac{MU_2^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2}\cos^2\beta \end{cases}$$

где Q - выделившееся теплота $Q \geq 0$

где U_1 и U_2, V_1 и V_2 скорости плиты и шарика до и после столкновения соответственно

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$0 = A_1$

$CE\omega_0 = CA_2\omega_1 \Rightarrow A_2 = CE\frac{\omega_0}{\omega_1}$

$U_C = CE\frac{\omega_0}{\omega_1}\sin\omega t + E = CE\frac{L_2}{L_1+L_2}\sin\omega_1 t + E$

$= E\frac{2}{5}\sin\omega_1 t + E$

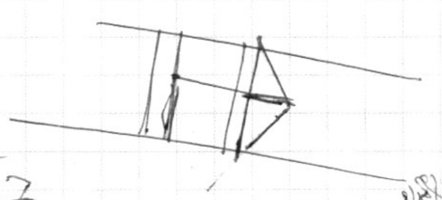
$I_D + I_2 = I_1$

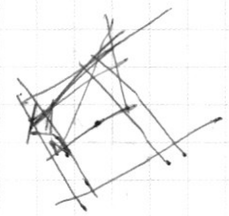
$\Rightarrow I_2 = C\left(\omega_1 E\frac{2}{5}\cos\omega_1 t\right)$

$I_D = CE\omega_0 - CE\omega_1\frac{\omega_0}{\omega_1}\cos\omega_1 t$

$= CE\omega_0(1-\cos\omega t) \geq 0$, следовательно

диод всегда открыт





$\times\frac{17}{4}$

$10,8$

$\times\frac{6,8}{2}$

$13,6$

$8\cdot 8 = 18$

385

3^5

3^5

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{cases} \delta = \frac{M}{2}(U_1^2 - U_2^2) + \frac{m}{2}(V_1^2\cos^2\alpha - V_2^2\cos^3\beta) \\ M(U_1 - U_2) = m(V_2\cos\beta + V_1\cos\alpha) \end{cases}$$

с учетом того, что $M \gg m$, $\Rightarrow U_1 \approx U_2 \approx U$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$ $\cos\beta = \frac{2}{3}\sqrt{2}$

Получим

$$\delta = \cancel{2U} \frac{M}{2}(U_1 - U_2)(U_1 + U_2) + \frac{m}{2}(V_1^2\cos^2\alpha - V_2^2\cos^2\beta)$$

$$= \frac{m}{2}(V_2\cos\beta + V_1\cos\alpha)2U + \frac{m}{2}(V_1^2\cos^2\alpha - V_2^2\cos^3\beta)$$

$$= \frac{m}{2}(V_2\cos\beta + V_1\cos\alpha)(2U + (V_1\cos\alpha - V_2\cos\beta))$$

$$\delta \geq 0 \Rightarrow 2U + (V_1\cos\alpha - V_2\cos\beta) \geq 0$$

$$\Rightarrow U \geq \frac{1}{2}(V_2\cos\beta \cancel{\alpha} - V_1\cos\alpha)$$

$$U \geq \frac{1}{2}\left(2V_1\frac{2}{3}\sqrt{2} - V_1\frac{\sqrt{5}}{3}\right)$$

$$U \geq \frac{V_1}{2}\left(\frac{4}{3}\sqrt{2} - \frac{\sqrt{5}}{3}\right) \Rightarrow U_1 \geq \frac{V_1}{6}(4\sqrt{3} - \sqrt{5})$$

$$U_1 \geq 2(4 \cdot 1{,}7 - 2) \cancel{\approx 13{,}6\frac{м}{с}} \approx 6{,}8\frac{м}{с}$$

Ответ: 1) $V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 2V_1 = 12 \frac{м}{с}$

2) $\begin{cases} U \leq V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\sqrt{1-\sin^2\beta} \leq 16\sqrt{2}\frac{м}{с} \\ U \geq \frac{V_1}{2}(\sin\alpha \operatorname{ctg}\beta - \cos\alpha) \geq 6{,}8\frac{м}{с} \end{cases}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

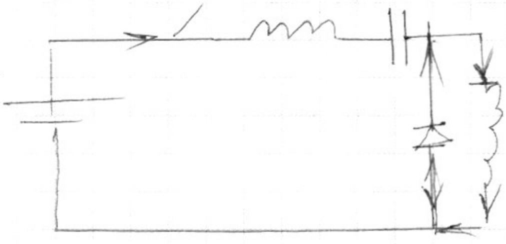
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\mathcal{E} = (L_2+L_1)\dot{I} + U_c$

$= U_c + (L_2+L_1) C\ddot{U}_c$



$\Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{(L_2+L_1)C}}$

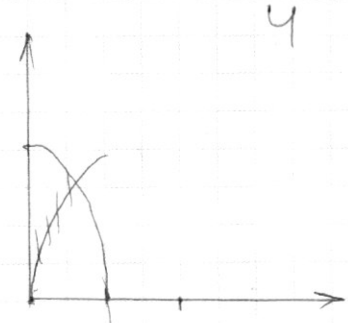
$U_c = A_1 \cos\omega t + A_2 \sin\omega t + \mathcal{E}$ $\quad U_c > 0$

$I(0) = 0 \Rightarrow A_2 = 0 \Rightarrow A_1 = -\mathcal{E}$

$\Rightarrow U_c = \mathcal{E}(1-\cos\omega t)$ $\quad I = C\mathcal{E}\omega \sin\omega t$

$U_{L1} = L_1\dot{I} = L_1 C\mathcal{E}\omega^2 \cos\omega t$

$\frac{D}{4}$ $\frac{?}{D}$



~~$U_c = \mathcal{E}$~~

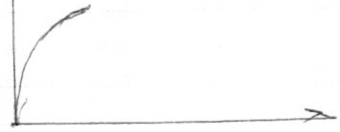
$L_1\dot{I}_1 = 0$

$\Rightarrow \Rightarrow I_1 = const$

$\Rightarrow I_1 = C\mathcal{E}\omega_0,\ U_c = \mathcal{E}$

$I_D + I_2 = I_1 = const$

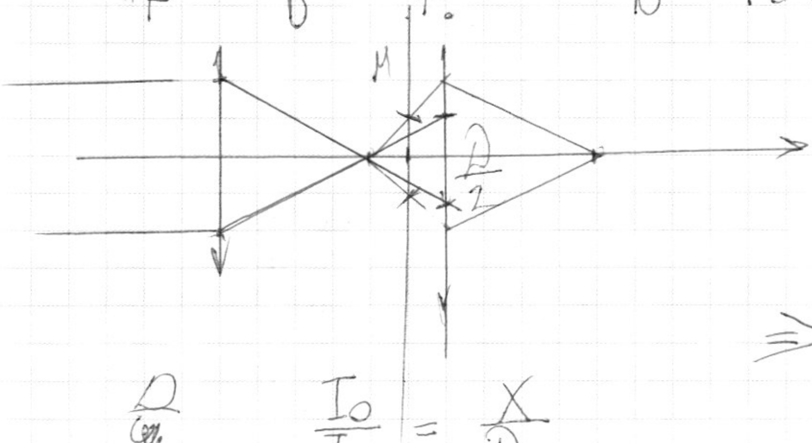
$\Rightarrow \Rightarrow I_D = I_1 - I_2 > 0$



$\mathcal{E} = L_2\dot{I} + U_c = L_2 C\ddot{U}_c + U_c$

$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2 C}}$ $\quad U_c = A_1\cos\omega t + A_2 \sin\omega t + \mathcal{E}$

$\frac{2}{F} + \frac{1}{b} = \frac{3}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{b} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow b = F_0$



$V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta$

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

$= V_1 \frac{2}{3} \frac{3}{1} = 2V_1$

$\frac{D}{4}$ $\quad \frac{I_0}{I_1} = \frac{X}{D_4}$

$U < \cancel{2V_1}\ V_2\cos\beta \leq V_2 \frac{\sqrt{8}}{3} \leq V_2 \frac{2}{3}\sqrt{2}$

$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{MU^2}{2} = Q + \frac{MU^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$

$\frac{mv_1^2\cos^2\alpha}{2} + \frac{MU^2}{2} = Q + \frac{MU^2}{2} + \frac{mv_2^2\cos^2\beta}{2}$

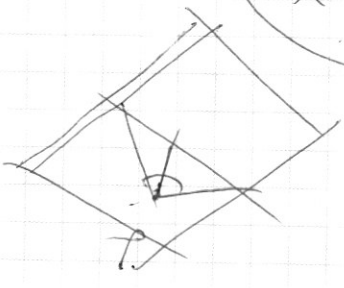
$\cancel{MU}$ $MU_1 + mv_1 = MU_2 + mv_2$

$Q = \frac{M}{2}(U_1 - U_2)(2U + \frac{m}{2}(v_1^2\cos^2\alpha - v_2^2\cos^2\beta)$

$M(U_1 - U_2) = m(v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha)$

$Q = \frac{m}{2}$

$\frac{3\lambda\sqrt{5}}{X\nabla\rho} = E$



$\frac{3}{6} = 75$

$X\lambda\sqrt{5}$ $\quad E = \frac{3}{X\nabla\rho}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

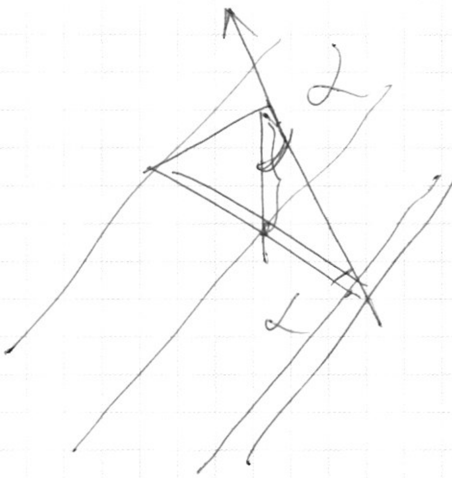
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$E = \frac{\sigma \Delta X}{2\pi r \varepsilon_0}$$



$$E_\perp = \frac{\sigma \Delta X}{2\pi r \varepsilon_0} \cos\alpha$$

$$X = h \, tg\alpha \Rightarrow dX = h \frac{1}{\cos^2\alpha} d\alpha$$

$$r = \frac{h}{\cos\alpha}$$

$$E_\perp = \frac{\sigma \cancel{\cos\alpha}}{2\pi \cancel{h} \varepsilon_0} \cancel{\cos\alpha} \frac{\cancel{h}}{\cancel{\cos^2\alpha}} d\alpha$$

$$= \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0} d\alpha \Rightarrow E_\perp = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0} d\alpha$$

$$\Rightarrow E_\perp = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0} \alpha = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0} \frac{3}{4}\pi$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)