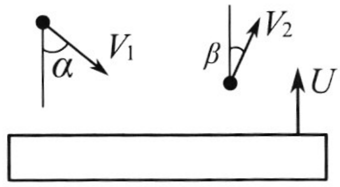
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-01** Шифр

(заполняется секретарём)



1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 8 м/с, направленную под углом $\alpha \left(\sin\alpha = \dfrac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta \left(\sin\beta = \dfrac{1}{2}\right)$ с вертикалью.

1) Найти скорость V_2.

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

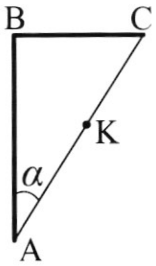
Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 300 К, а кислорода T_2 = 500 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов азота и кислорода.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

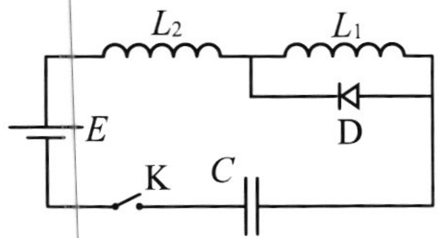
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?



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 $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.



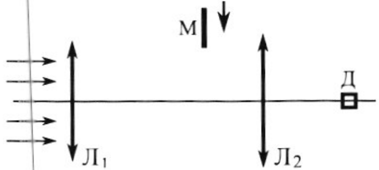
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.

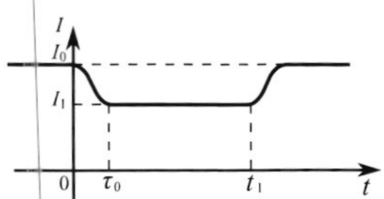
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{M1}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{M2}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусным расстоянием F_0 у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. 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 $2F_0$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.





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

№2 т.к поршень двигается без трения давления в отсеках равны

т.к процессы идут медленно, то

$\Delta U = \nu C_V \cdot \Delta T = \frac{5}{2} R \nu \Delta T$

Вначале:

$$\left.\begin{aligned} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_1 V_2 = \nu R T_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300K}{500K} = \frac{3}{5}$$

Q – теплота перешедшая к азоту от кислорода

~~$Q = \Delta U_{аз}$~~ $\Delta U_{аз}$ – изм. энерг. азота; $\Delta U_{кис.}$ – изм. энер. кислорода

Закон. сохр. энергии, T_K – установившееся темп-ра

$0 = \Delta U_{аз} + \Delta U_{кис.}$

$$0 = \frac{5}{2} R \nu (T_K - T_1) + \frac{5}{2} R \nu (T_K - T_2) \Rightarrow 2T_K = T_1 + T_2 \Rightarrow$$

$$T_K = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400K$$

$$Q = \Delta U_{аз} = \frac{5}{2} R \nu (T_K - T_1) = \frac{5}{2} R \nu \left(\cancel{\frac{T_1 - T_2}{2}} \frac{T_2 - T_1}{2}\right) =$$

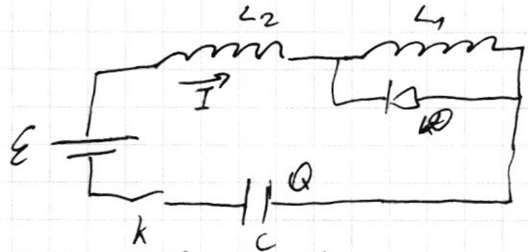
$$= \frac{5}{2} \cdot 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot \frac{3}{7}\,моль \cdot \frac{500K - 300K}{2} = \frac{15}{14} \cdot 831\ Дж \approx 891\ Дж$$

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}$

2) $T_K = \frac{T_1 + T_2}{2} = 400K$

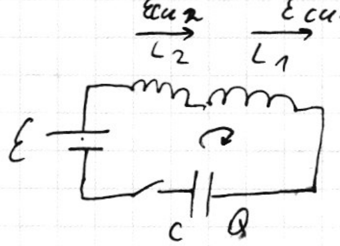
3) $Q = \frac{5}{2} \cdot R \nu \cdot \frac{T_2 - T_1}{2} \approx 891\ Дж$

№4



Вначале ток в катушках потечёт вправо => до тех пор пока ток течёт вправо по катушкам — экв. схема:

(ток через диод не потечёт)



обход по контуру: (ток течёт одинаковый и на L_2 и на L_1)

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{с.и.2} + \mathcal{E}_{с.и.1} = \frac{Q}{C}$$

$$\mathcal{E} - L_2 \dot{I} - L_1 \dot{I} = \frac{Q}{C}$$

$\dot{Q} = I$; $\ddot{Q} = \dot{I}$

$$\ddot{Q} + \frac{Q - \mathcal{E}C}{C(L_1+L_2)} = 0$$

Замена: $x = Q - \mathcal{E}C$; $\Rightarrow \dot{x} = \dot{Q} \Rightarrow \ddot{x} = \ddot{Q}$

$$\ddot{x} + \frac{x}{C(L_1+L_2)} = 0$$ — гармон. колеб. $\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{C(L_1+L_2)}}$

Для тока $\dot{x} = I_0 \sin(\omega_1 t)$, т.к тока в начале не было

$\Rightarrow x = -x_0 \cos(\omega_1 t)$ $(\omega_1 x_0 = I_0)$

но т.к в начале $t=0$ конденсатор не заряжен $Q=0$

$$x = -x_0 \cos(\omega_1 \cdot 0) = -x_0 = Q - \mathcal{E}C = -\mathcal{E}C \Rightarrow x_0 = \mathcal{E}C$$

Тогда $I_{max_1} = I_0 = \omega_1 x_0 = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{C(L_1+L_2)}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$

период колеб.

$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$, но т.к вторая половина — ~~ток~~ течение тока влево

время процесса $\tau_1 = \frac{T_1}{2} = \pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$

Тогда конд-р зарядится

$$Q_{max} = x_{max} + \mathcal{E}C = \mathcal{E}C + \mathcal{E}C = 2\mathcal{E}C$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

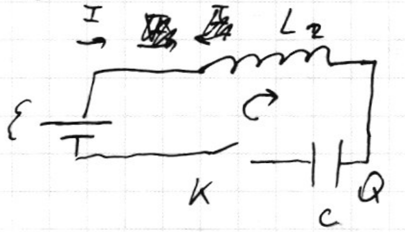
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~~б~~ После зарядки ~~конденсатора~~ ток по катушкам потечёт влево, но диод позволит течь току по себе, а не по L_1 (выступает в роли проводника ⇒ потенциалы в концах катушки L_1 одинаковы), $\mathcal{E}_1 = -L\dot{I} = 0$ ⇒ ток не будет нарастать, но т.к тока в начале не было, его и не будет)

Экв. схема: (ток по рисунку будет отриц.)



~~по~~ для контура

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{си2} = \frac{Q}{C} \quad \Big| \cdot (-1)$$

$$-\mathcal{E} + L_2\dot{I} = -\frac{Q}{C}$$

$$\dot{I} + \frac{Q - \mathcal{E}C}{C \cdot L_2} = 0$$

$\dot{I} = \ddot{Q}$;

Замена $y = Q - \mathcal{E}C \Rightarrow \dot{y} = \dot{Q} \Rightarrow \ddot{y} = \ddot{Q}$

тогда $\ddot{y} + \frac{y}{L_2 C} = 0$ – гармон. колеб. $\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_2 C}}$

Для тока $\dot{y} = -y_0 \omega \sin(\omega t)$, т.к тока в начале не было, и направлен противоположно, как показ. на рисунке $\dot{y}_0 = y_0 \cdot \omega$

$y = y_0 \cos(\omega t)$, так т.к в начале $Q = 2\mathcal{E}C = \mathcal{E}C + y$

$y_0 = -\mathcal{E}C + Q = \mathcal{E}C$

откуда $\underset{I_{max_2}}{\dot{y}_0} = y_0\omega = \frac{\mathcal{E}C}{\sqrt{L_2 C}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

Период колеб.

$$T_2 = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{L_2C}$$

т.к. ~~тне~~ между остановками тока

$$\tau_2 = \frac{T_2}{2} = \pi\sqrt{L_2C}$$

Тогда период. колеб. всего процесса:

$$T = \tau_1 + \tau_2 = \pi\sqrt{(L_1+L_2)C} + \pi\sqrt{L_2C} =$$
$$= \pi\sqrt{3LC} + \pi\sqrt{LC} = \pi\sqrt{LC}(1+\sqrt{3})$$

Макс. ток в катушке L_1

в первом процессе I_{max1}

в втором 0, (т.к. он не течёт)

$$I_{M1} = I_{max1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$$

Макс. ток в катушке L_2

~~верн~~ в I процессе : $I_{max1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

в II процессе : $I_{max2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

т.к $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}} < \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

$$I_{M2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

Ответ: 1) $T = \pi\sqrt{LC}(1+\sqrt{3})$

2) $I_{M1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

3) $I_{M2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

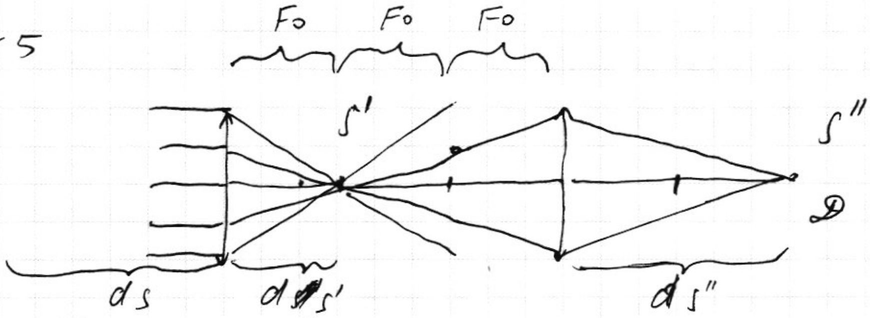
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5



1) Представим что лучи параллельные исходят из бесконечно уд. т. S $d_S \to \infty \Rightarrow \frac{1}{d_S} \to 0$

то есть изображение будет на $d_{S'}$ от I линзы

$$\frac{1}{F_0} = \left(\frac{1}{d_S}\right)^{\to 0} + \frac{1}{d_{S'}} \Rightarrow d_{S'} = F_0 \quad (\text{т. в фокусе})$$

изобр. S'' через II линзу изобр-ния S'

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{3F_0 - d_{S'}} + \frac{1}{d_{S''}} \Rightarrow d_{S''} = \frac{1}{\frac{1}{F_0} - \frac{1}{2F_0}} = 2F_0$$

т.к детекто перемещён в где ~~ответ~~ свет фокусируется, то расст. между детектором и II линзой $2F_0$

2) мишень M закрывает часть лучей попадающих на II-ю линзу

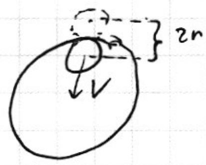
все лучи доходящие до детектора в сечении пл-стью, где движется мишень, занимают площадь $\pi\left(\frac{R}{2}\right)^2$, где $R = \frac{1}{2} \cdot \frac{D}{2}\,\frac{F_0}{2F_0}$

радиусы отличаются в 2 раза по рисунку из подобия

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$\pi \cdot \frac{D^2}{16}$



мишень убирает площадь $\pi \cdot r^2$

т.к ~~кол-во му~~ кол-во лучей пропорциональна площади и мощности света, а мощность света току, то

$$\frac{\pi \frac{D^2}{16}}{\pi \frac{D^2}{16} - \pi r^2} = \frac{I_0}{I_1} \Rightarrow \frac{D^2}{D^2 - 16r^2} = \frac{4}{3}$$

$$3D^2 = 4D^2 - 64r^2 \Rightarrow r = \frac{D}{8}$$
$$D^2 = 64r^2$$

в $t=0$ мишень была вне сечения

в $t = \tau_0$ мишень была полностью в сечении

т.е. прошла за τ_0 $2 \cdot r$ расстояния $\Rightarrow$

$$V = \frac{2r}{\tau_0} = \frac{D}{4\tau_0}$$

t_1 - время прохождения внутри сечения (ток не меняется)

за $t_1 - \tau_0$ мишень переместится на $D - 2r$, т.е

$$t_1 - \tau_0 = \frac{D - 2r}{V}$$

$$t_1 = \tau_0 + \frac{D - \frac{D}{4}}{\frac{D}{4\tau_0}} = \tau_0 + \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{1} \tau_0 = 4\tau_0$$

Ответ: 1) $2F_0$ 2) $V = \frac{D}{4\tau_0}$ 3) $t_1 = 4\tau_0$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

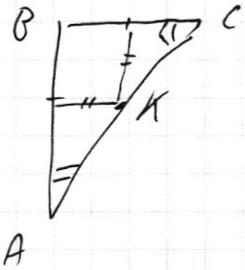
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3 т.к. $\alpha = \pi/4$



тогда $\triangle ABC$ — равноб. прямоуг $\triangle$

а значит K равно удалена от AB и BC, лежит на серед. перпенд. -ярах

и BC = AB

значит по ~~отд~~-дельности AB и BC создают одинаковую по модулю напряжённость E (AB и BC абсолютно одинаковые для т. K)

E_{q}, но направленные ⊥ друг другу (BC ⊥ AB)

Суперпозиция полей

$$E_2^2 = E^2 + E^2 = 2E^2 \Rightarrow E_1 = \sqrt{2}\,E$$

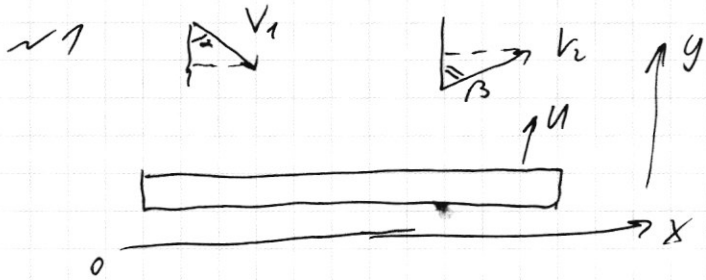
До зарядки AB напряжённость 1 пластины

$E_1 = E$

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\sqrt{2}E}{E} = \sqrt{2}$$

Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раза

№1



по закону сохр. импульса на Ox
(т.к поверхность гладкая)

$$m V_1 \sin\alpha + 0 = m V_2 \sin\beta + 0 \Rightarrow$$

$$V_2 = \frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = 8\,\frac{м}{с} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{1} = 12\,\frac{м}{с}$$

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

ЗИЭ $\frac{mV_1^2}{2} + \frac{MU^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{MU_1^2}{2} + Q$, $Q > 0$

~~т.к плита массивная, то~~ $\cancel{\frac{MU_1^2}{2} - \frac{MU^2}{2} = 0}$

$$\cancel{\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + Q}$$

$$\cancel{V_1^2 = V_2^2 + \frac{2Q}{m} \Rightarrow V_2 < V_1}$$

зак сохр. имп. Oy, (внеш. сил нет)

$$m V_1 \cos\alpha + MU = m V_2 \cos\beta + MU_0$$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{7}}{4}$ и $\cos\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$, т.к $\alpha \in [0; \frac{\pi}{2}]$ $\beta \in [0; \frac{\pi}{2}]$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

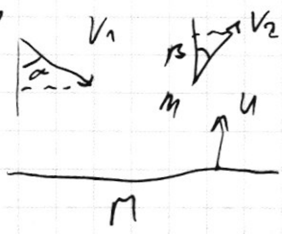
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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

1) $V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 8 \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{2}{1} = 12$ м/с

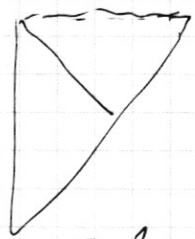
2) $V_1 m \cos\alpha$ ~~+~~ $U M = V_2 m \cos\beta + U_2 M$

$\frac{m V_1^2}{2} + \frac{M U^2}{2} = \frac{m V_2^2}{2} + \frac{M U_1^2}{2} + \underset{>0}{Q}$

$\frac{m}{2}(V_1^2 - V_2^2) + \frac{M}{2}(U_1^2 - U_1^2) > 0$

$\frac{m}{2}(V_1^2 - V_2^2) + \frac{m}{2}($

$\Delta p =$



1) $\frac{\nu}{V_1} R T_1 = \frac{\nu}{V_2} R T_2 \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$U = \frac{5}{2} R T \nu$

$\frac{5}{2}R\nu(T_K - T_1) + \frac{5}{2}(T_K - T_2)R\nu = 0$

2) $T_K = \frac{t_1 + T_2}{2} = 400$ K

$\frac{5}{2}R\nu(T_K - T_1) = \frac{5}{2} \cdot 8{,}31 \cdot \frac{3}{7} \cdot 100 = 831$ Дж

$\frac{M}{\frac{D}{2}} = \frac{I_0 \frac{1}{4}}{\frac{3}{4} I_0}$

$2M = D \frac{4}{3}$

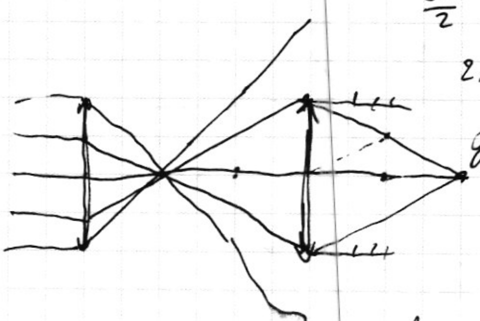
~~$M = \frac{2}{3}D$~~

$M = \frac{1}{8} D$

$V = \frac{1}{8} \frac{D}{\varepsilon_0}$

3) $\Delta U = \frac{5}{2} R \nu$

!!! $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ 1) $\sqrt{2}$



2)

$m V_1 \cos\alpha + U M = V_2 m \cos\beta + U_1 M$

$m(V_1 \cos\alpha + V_2 \cos\beta) = M(U - U_1)$

$m V_1 (\cos\alpha - \frac{\cos\beta}{\sin\beta} \sin\alpha) = M(U - U_1)$

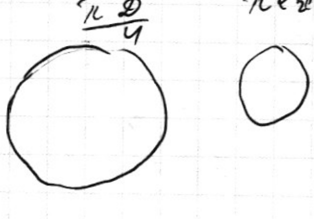
$D = 4 m V_1 (V_1 - \cos\alpha$

$\pi 16 \quad \frac{4}{3}$

$\pi 4$

$\pi \quad \frac{4}{1} =$

$\frac{\pi D^2}{4}$



$\frac{S_4}{S\, S_1} = \frac{1}{\frac{3}{4}} = \frac{4}{3}$

$\frac{5}{4} S = \frac{4}{3} S_1$

$\pi \frac{D^2}{16} \quad \frac{3}{4} S$

$r = \frac{R}{2} \quad \frac{1}{4}$

$S_1 = \frac{1}{16} S$

831 · 3

2493

12465 | 12

623 2,5

56 63

6 9 0 2,5

$\frac{7}{18}$ 90,4

891 · 14

1782 | 7

12474

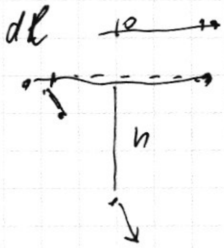
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

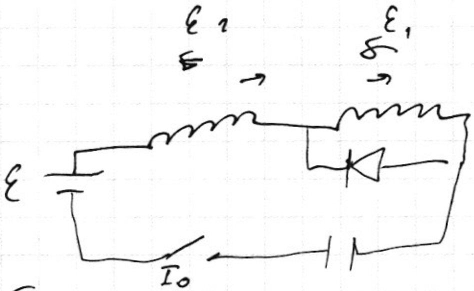
dl



$$\int_{-L/2}^{L/2} \frac{dl \cdot d \cdot \sigma}{4\pi\varepsilon_0 \sqrt{L^2+h^2}} =$$

$$\frac{L\sigma \cos\alpha}{4\pi\varepsilon_0}$$

ε_2 ε_1



$$\varepsilon - L_1\dot{I} - L_2\dot{I} = \frac{Q}{C}$$

$$(L_1+L_2)\ddot{Q} + \frac{Q}{C} - \varepsilon C = 0 \qquad \ddot{Q} + \frac{Q-\varepsilon C}{C(L_1+L_2)} = 0$$

$$t = \frac{Q - \varepsilon C}{(L_1+L_2)C} \qquad t = Q - \varepsilon C$$

$$\ddot{t} = \ddot{Q}$$

$$\ddot{t} = \frac{\ddot{Q}}{C(L_1+L_2)}$$

I_0

$T = \frac{\pi}{2}$ $I = max$ $Q =$ $a = 0$

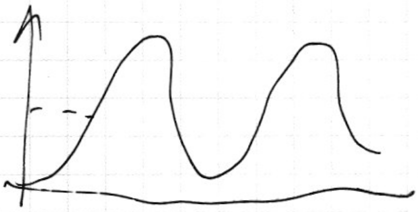
$T = 0$ $I = 0$ $Q = 0$ $a = I_0\omega$

$t = \pi$ $I = 0$ $Q = Q_m$ $a = -I_0\omega$

$$C(L_1+L_2)\ddot{t} + t = 0$$

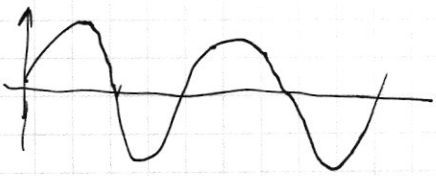
$$\ddot{t} + \frac{t}{C(L_1+L_2)} = 0$$

$\varepsilon =$



$$\dot{t} = \dot{Q} = t_0\omega \sin(\omega t)$$

$$\ddot{t} = \ddot{Q} = I_0 \omega \cos(\omega t)$$



$$t_0 = \frac{\ddot{t}_0}{\omega^2} = \frac{I_0}{\omega}$$

$$Q_0 = t_0\omega^2 + \varepsilon C = I_0\omega + \varepsilon C$$

$$\varepsilon = \frac{Q}{U} \quad t = 0$$

$$t = t_0\omega = Q - \varepsilon C$$

$$t_0 = 0$$

$$T_1 = \frac{\pi}{\omega_1} = \pi\sqrt{\varepsilon L \cdot 3}$$

$$T_2 = \frac{\pi}{\omega_2} = \pi\sqrt{\varepsilon L}$$

$$T = \pi\sqrt{\varepsilon L}\,(1+\sqrt{3})$$

$$I_0 = t_0\omega = \frac{\varepsilon C}{C\sqrt{L_1+L_2}} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}$$

$t_0 = 0$

$$t = -t_0\cos(\omega t) = -\varepsilon C \quad \text{т.к. } Q_0 = 0 \Rightarrow t = \varepsilon C$$

$$t_0 = \varepsilon C$$

$$t = t_0\omega \sin(\omega t)$$

$$Q_{max} = \varepsilon C + t_{max} = 2\varepsilon C \qquad 2\varepsilon C\omega$$

$$\varepsilon - L_2\dot{I} = \frac{Q_1}{C} \qquad \ddot{q} + \frac{Q - \varepsilon C}{L_2 C} \qquad \ddot{y} + \frac{y}{CL} = 0 \qquad t_0 =$$

$$\dot{y} = -y_0\omega \sin(\omega t) = 0$$

$$y = y_0 \cos(\omega t) = y_0 = Q - \varepsilon C = \varepsilon C$$

$$I_0 = y_0\omega = \frac{\varepsilon C}{\sqrt{L_2 C}} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{L_2}}$$