Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

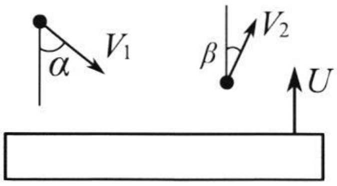
Класс 11

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.



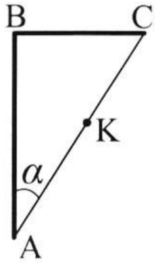
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

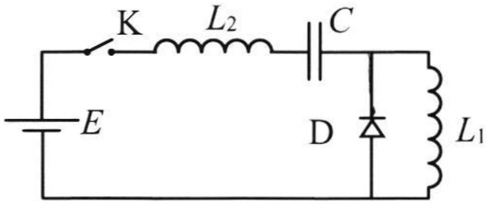
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

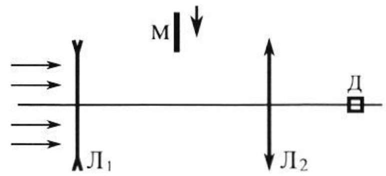
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.

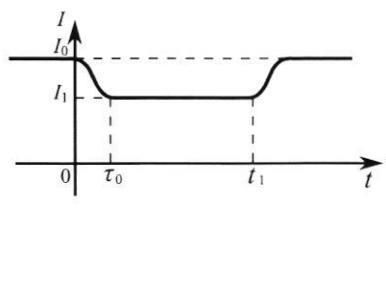


1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

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.

$v_1 = 18$ (м/с)

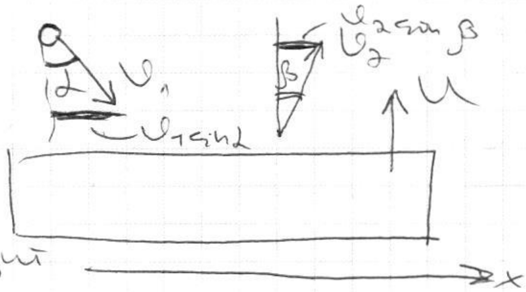
$\sin\alpha = \frac{2}{3}$

$\sin\beta = \frac{3}{5}$

$v_2 - ?$

$u - ?$

~~1) Т.к. плита массивная => можно~~



1) Т.к. удар происходит быстро и действие силы тяжести за малое время удара можно не учитывать => импульс системы относительно земли по оси Ox сохраняется. (m – масса шарика)

$$m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$$

$$\underbrace{v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta}} = \frac{18 \cdot 2 \cdot 5}{3 \cdot 3} = \frac{10 \cdot 18}{9} = 20 \text{ (м/с)}$$

2) Т.к. $M \gg m$ (M – масса плиты) => можно приблизительно считать плиту ИСО. Перейдём в СО "Плита".

По закону сложения скоростей:

$$\begin{cases} \vec{v_1} = \vec{v_0} + \vec{u} \\ \vec{v_2} = \vec{v_0} + 2\vec{u} \end{cases}$$

, где v_1, v_2 – скорость шарика до и после удара; u – скорость плиты

v_0 – скорость шарика относительно Земли

$$\begin{cases} v_1\cos\alpha = v_0\cos\gamma - u \quad (\text{ось } Oy) \quad (1) \\ v_2\cos\beta = v_0\cos\gamma + 2u \quad (\text{ось } Oz) \quad (2) \end{cases}$$

Вычтем из (2) (1):

$$v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha = 3u \Rightarrow \underbrace{u = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{3}}$$

$$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$$

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

$$u = \frac{\frac{20 \cdot 4}{5} - \frac{18 \cdot \sqrt{5}}{3}}{3} = \frac{16 - 6\sqrt{5}}{3} \text{ (м/с)}$$

Ответ: 1) 20 (м/с); 2) $\frac{16 - 6\sqrt{5}}{3}$ (м/с)

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1

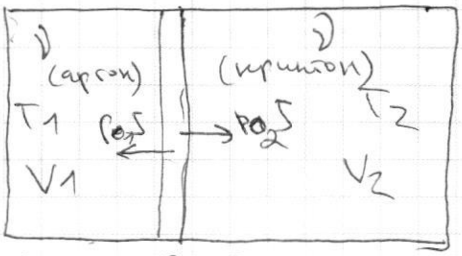
(Нумеровать только чистовики)

№2

$\nu = 3/5$ [моль]
$T1 = 320$ [K]
$T2 = 400$ [K]

$\frac{V_1}{V_2}$ - ?
T - ?
Q - ?

1) Т.к. цилиндр расположен горизонтально => на поршень не действует $F_{тяж}$. Тогда



на поршень действует сила $p_{01}S$ и $p_{02}S$. В начальном моменте поршень неподвижен => => $p_{01}S = p_{02}S$ => $p_{01} = p_{02} = \boxed{p_0}$ (p_0 - начальное давление ~~в обоих~~ аргона и криптона

$$\begin{cases} p_0 V_1 = \nu R T_1 \\ p_0 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \underbrace{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}} = \frac{\cancel{320}^{4}}{\cancel{400}_{5}} = \underbrace{\frac{4}{5}}$$

2) $Q = 0 \Rightarrow W = const$. В установившемся состоянии и в начальном состоянии вся энергия запасена во внутренней энергии газов.

$$\cancel{\tfrac{3}{2}\nu R}T_1 + \cancel{\tfrac{3}{2}\nu R}T_2 = \cancel{\tfrac{3}{2}\nu R}T + \cancel{\tfrac{3}{2}\nu R}T$$

$$T_1 + T_2 = 2T \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{320 + 400}{2} = \frac{720}{2} = 360 \text{ [K]}$$

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{5}$

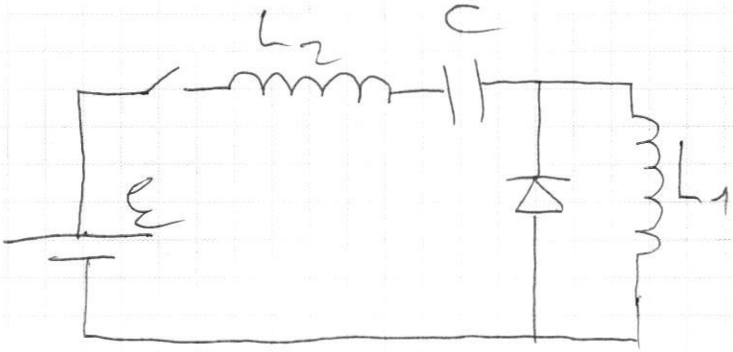
2) $T = 360$ [K]

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

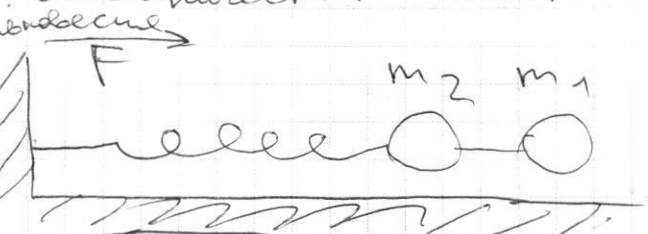
№4

$L_1 = 5L$
$L_2 = 4L$
$C, \mathcal{E}$

$T - ?$
$I_{01} - ?$
$I_{02} - ?$



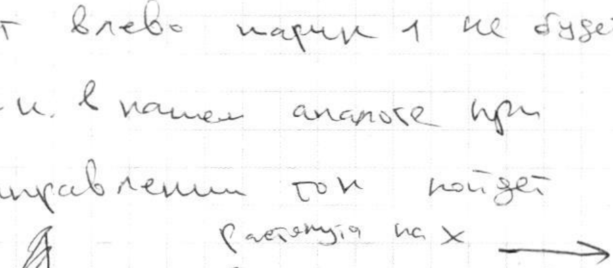
1) Ток течёт (диод закрыт) => весь ток проходит по L_2, C, L_1. Механический аналог:



$$\begin{cases} Fx = \frac{kx^2}{2} \\ Fx_0 = \frac{kx_0^2}{2} + \underbrace{\frac{(m_1+m_2)v^2}{2}}_{\text{в полож. равновесие скорость максим.}} \\ F = kx_0 \text{ — в положении равновесие} \end{cases}$$

$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{(m_1+m_2)}{k}}$ x – максим. деф. x_0 – деформация в положении равновесие

2) Когда пружина растянется максимально и под действием $F_{упр}$ шарики продолжат совершать колебание и поедут влево шарик 1 не будет участвовать в колебании. (Т.к. в нашем аналоге при течении тока в обратном направлении ток пойдет через диод, минуя L_1)



$$\begin{cases} \frac{kx^2}{2} \underset{-F(x-x_0)}{=} \frac{m_2 v_2^2}{2} + \frac{kx_0^{*2}}{2} \text{ — в полож. равновесие скорость максимальна} \\ F = kx_0^* \Rightarrow x_0^* = x_0 \end{cases}$$

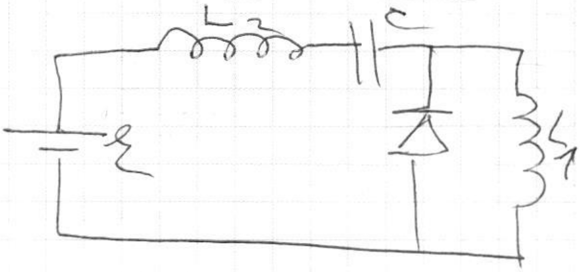
$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}$ $\left(F \cdot S \cdot \cos(180°) = -FS\right)$

3) Т.к. ровно половину периода скорость будет

направлена вправо и ровно половину периода влево => период данного колебания будет складываться из $\frac{T_1}{2}+\frac{T_2}{2}$

$$T=\frac{T_1}{2}+\frac{T_2}{2}=\pi\sqrt{\frac{(m_1+m_2)}{k}}+\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}$$

1) $\begin{cases} T_1=2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C} \\ T_2=2\pi\sqrt{L_2C} \\ T=\frac{T_1}{2}+\frac{T_2}{2} \end{cases}$



$$T=\pi\left(\sqrt{(L_1+L_2)C}+\sqrt{L_2C}\right)$$

$$T=\pi\left(\sqrt{9LC}+\sqrt{4LC}\right)=\pi\left(3\sqrt{LC}+2\sqrt{LC}\right)$$

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

q_0 – протекший заряд в положении равновесия

q – протекший заряд в амплитудном положении

2) $\begin{cases} q\mathcal{E}=\frac{q^2}{2C} \quad \text{I ситуация} \\ q_0\mathcal{E}=\frac{q_0^2}{2C}+\frac{(L_1+L_2)I^2}{2} \\ \mathcal{E}=\frac{q_0}{C} \end{cases}$

т.к. L_1 во второй ситуации не участвует => => максимальный ток через неё $I_{01}=I$

$\cancel{\frac{q_0^2}{C}-\frac{q_0^2}{2C}=\frac{(L_1+L_2)I^2}{2}}$ $\quad \Rightarrow \underline{q=2C\mathcal{E}}$

$\cancel{\frac{q_0^2}{2C}=\frac{(L_1+L_2)I^2}{2}\Rightarrow I^2=\frac{q_0^2}{C(L_1+L_2)}}$

$\cancel{C\mathcal{E}^2=\frac{q^2}{2C}\Rightarrow q^2=2C^2\mathcal{E}^2\Rightarrow q=C\mathcal{E}\sqrt{2}}$

$$C\mathcal{E}^2=\frac{C\mathcal{E}^2}{2}+\frac{(L_1+L_2)I^2}{2}$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2}=\frac{(L_1+L_2)I^2}{2}\Rightarrow I^2=\frac{C\mathcal{E}^2}{L_1+L_2}$$

$$\underline{I_{01}=I=\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}}}=\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{9L}}=\underline{\frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

II ситуация.

$$\begin{cases} \frac{q^2}{2C} - \mathcal{E}(q-q_0) = \frac{L_2 I_2^2}{2} + \frac{q^{*2}}{2C} \\ \mathcal{E} = \frac{q^*}{C} \Rightarrow q^* = q_0 = C\mathcal{E} \\ q^* = 2C\mathcal{E} \text{ (из I ситуации)} \end{cases}$$

$$\cancel{\frac{4C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_1 I_1^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}}$$

$$\frac{4C\mathcal{E}^2}{2} - (2C\mathcal{E} - C\mathcal{E})\mathcal{E} = \frac{L_2 I_2^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$2C\mathcal{E}^2 - C\mathcal{E}^2 - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2 I_2^2}{2}$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{L_2 I_2^2}{2} \Rightarrow I_2^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{L_2} \Rightarrow I_{02} = I_2 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}}$$

$$I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{4L}} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

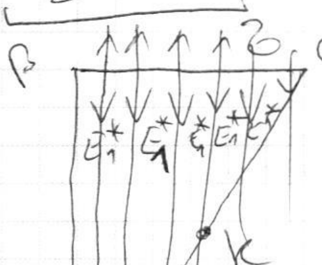
Ответ: $I_{01} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

$I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}}$

N3.

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

$\beta = \frac{E_0}{E_1^*} - ?$

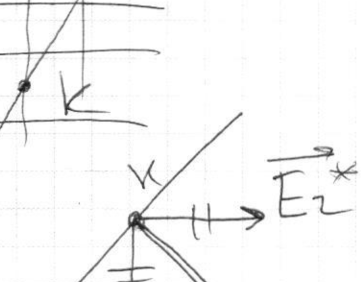


Пластины образуют однородные электрические поля

1) $\sigma = \text{const} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{q}{S} = \text{const}$

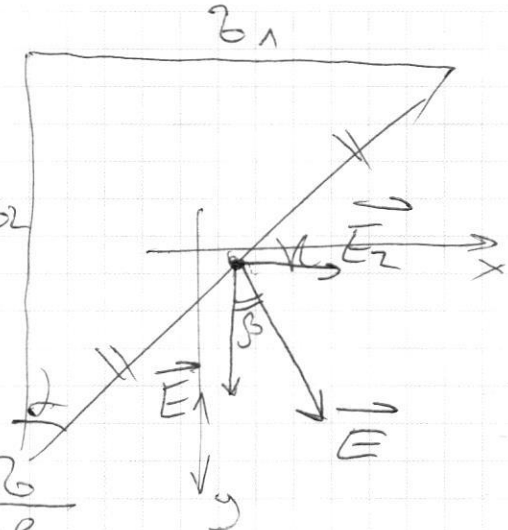
$$E_1^* = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{q}{2\varepsilon_0 S} \Rightarrow \beta = \frac{E_0}{E_1^*} = \frac{\sqrt{2}q \cdot 2\varepsilon_0 S}{2\varepsilon_0 S q} = \sqrt{2}$$

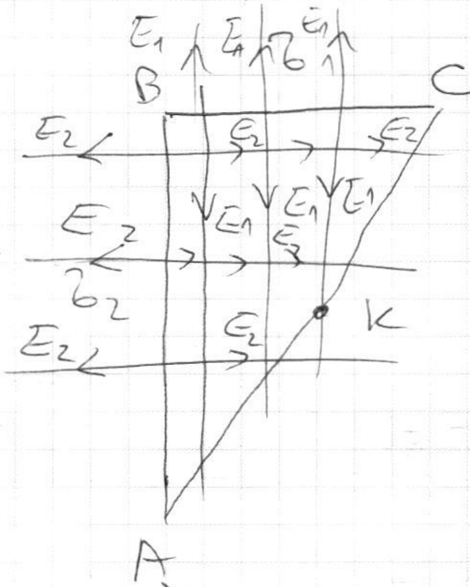


$$E_2^* = E_1^* = \frac{q}{2\varepsilon_0 S}$$

$$E_0 = \sqrt{E_1^{*2} + E_2^{*2}} = \sqrt{2E_1^{*2}} = E_1\sqrt{2} = \frac{\sqrt{2}q}{2\varepsilon_0 S}$$

2) $\sigma_1=\sigma$
$\sigma_2=\frac{2\sigma}{7}$
$\alpha=\frac{\pi}{9}$
$E - ?$





$$\begin{cases} E_1=\frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0}=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \\ E_2=\frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0}=\frac{2\sigma}{7\cdot 2\varepsilon_0}=\frac{\sigma}{7\varepsilon_0} \quad (E_2<E_1) \\ \cancel{E\sin\beta=E_2} \quad \sin\beta=\frac{E_2}{E} \\ \cancel{E\cos\beta=E_1} \quad \cos\beta=\frac{E_1}{E} \\ \cancel{E=} \end{cases}$$

$\Rightarrow \sin^2\beta+\cos^2\beta=1 \Rightarrow$
$\Rightarrow \frac{E_2^2}{E^2}+\frac{E_1^2}{E^2}=1$

$$E_2^2+E_1^2=E^2$$

$$E^2=\frac{\sigma^2}{49\varepsilon_0^2}+\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}=\frac{4\sigma^2+49\sigma^2}{49\cdot 4\varepsilon_0^2}=\frac{53\sigma^2}{49\cdot 4\varepsilon_0^2}$$

$$E=\frac{\sigma\sqrt{53}}{7\cdot 2\varepsilon_0}=\underline{\frac{\sqrt{53}\,\sigma}{14\varepsilon_0}}$$

Исходя из того, что поля, образуемые пластинами, однородные, следует, что суммарная напряженность не зависит от расположения точки K.

Ответ: 1) $\beta=\frac{E_0}{E_1^*}=\sqrt{2}$

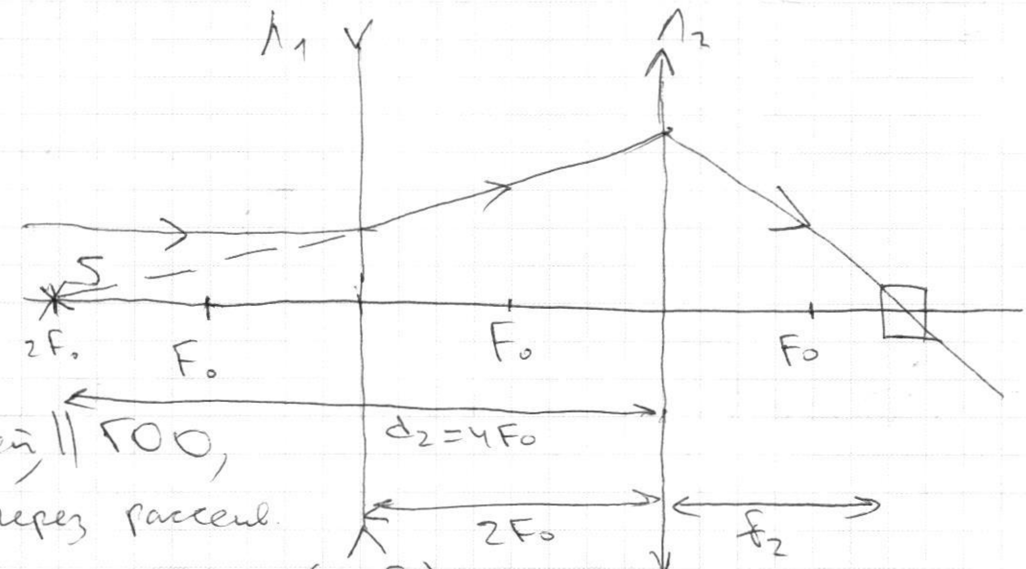
2) $E=\frac{\sqrt{53}\,\sigma}{14\varepsilon_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

$|F_0|, D, \tau_0$

f_2 - ?
[illegible] - ?
t_1 - ?



1) Пучок лучей || ГОО, проходящий через рассеи. линзу будет казаться исход. из фокуса (у Л1 фокусное расст. $=2|F_0|$) $(-2F_0)$ (F_0)

$$\begin{cases} -\frac{1}{|F_0|} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{f_1} \\ d_1 = \infty \Rightarrow \frac{1}{d_1} \approx 0 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{1}{|F_0|} \Rightarrow f_1 = 2F_0$$

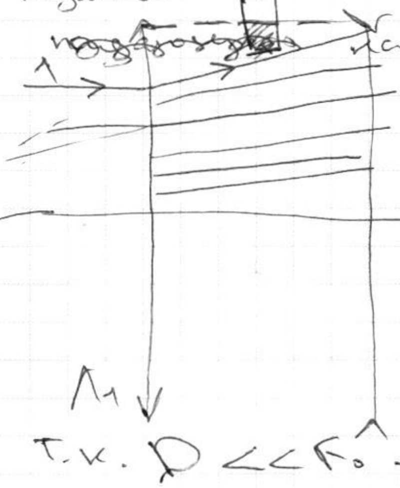
2) Для второй линзы мнимое изобр. Л1 будет действит. предмето (от него идет расходящийся пучок лучей)

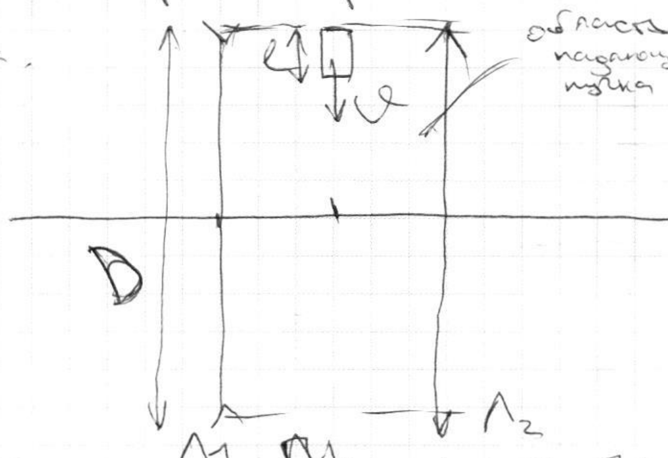
$$\begin{cases} \frac{1}{F_0} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_2} \\ d = 2F_0 + f_1 = 2F_0 + 2F_0 = 4F_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{1}{F_0} = \frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{4F_0} = \frac{4-1}{4F_0} = \frac{3}{4F_0} \Rightarrow \underline{f_2 = \frac{4F_0}{3}}$$

3) В тот момент, когда мишень начнёт пересекать пучки света, идущие ко второй линзе, мощность падающего света начнёт

менится до тех пор, пока мишень полностью не войдёт в область падающего пучка на вторую линзу. При токе I_1 мишень будет двигаться равномерно в области падающего на $Л_2$ пучка.





т.к. $D << F_0$ => пренебрегаем смещением луча 1 относительно второй линзы (считаем, что все лучи, исходящие из предмета проходящие через $Л_1$ преломятся второй линзой.

Мишень полностью погрузилась в область падающего пучка => => I_1 будет постоянным до момента выхода из области

4) $\begin{cases} l = v\tau_0 \\ D = v(2\tau_0 + t_1) \\ I_0 = k\dot{W}_0 \\ I_1 = k\dot{W}_1 \end{cases}$

$l = v\tau_0$ — за время τ_0 мишень проходит свою длину.

$D = v(2\tau_0 + t_1)$ — через всю линзу мишень проходит за t_1 и $2\tau_0$

W_0 — начальная энерг.

W_1 — энергия света, когда часть лучей закрывает мишень

~~$I \sim \dot{W} \Rightarrow I \sim W$ Мощность падающего света зависит от интенсивности света в каждом луче (по условию она одинаковая) и от количества лучей (в момент $t=0$ лучи исходили от всего диаметра $Л_2$, в момент $t=\tau_0$ лучи исходили от всего диаметра $Л_2$ — длина мишени).~~

~~$I \sim x$, где x — длина области, от которой исходят лучи)~~

$\begin{cases} I_0 = mD \\ I_1 = m(D-l) \end{cases} \Rightarrow \frac{I_0}{I_1} = \frac{D}{D-l} = \frac{I_0 \cdot 16}{7 I_0}$

m — коэф. пропорциональности

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

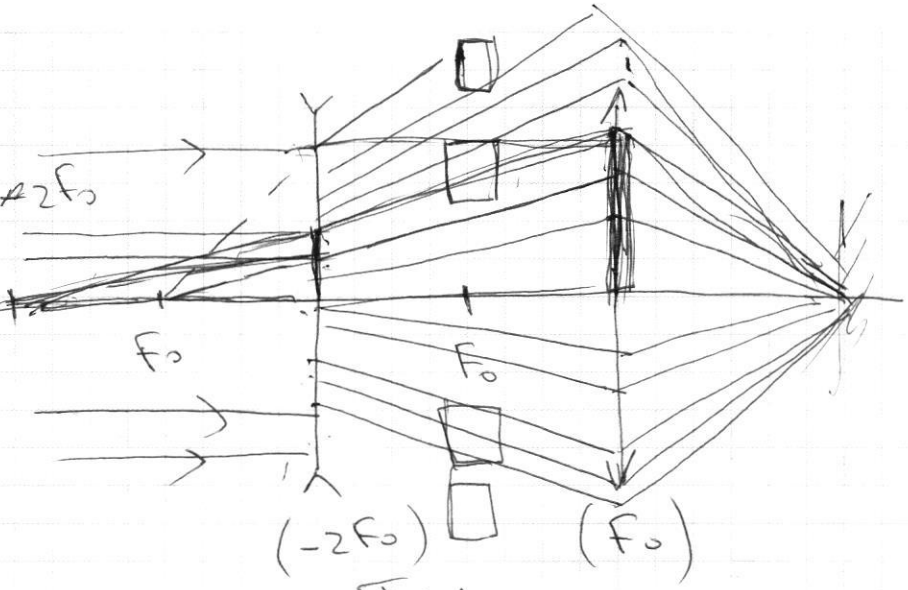
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$-\frac{1}{2F_0} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f} \Rightarrow f = 2F_0$

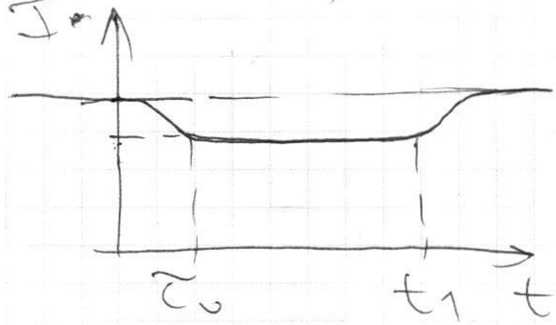


$\frac{1}{F} = \frac{1}{4F} + \frac{1}{d'}$

$\frac{1}{d'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{4F} = \frac{4-1}{4F} = \frac{3}{4F}$

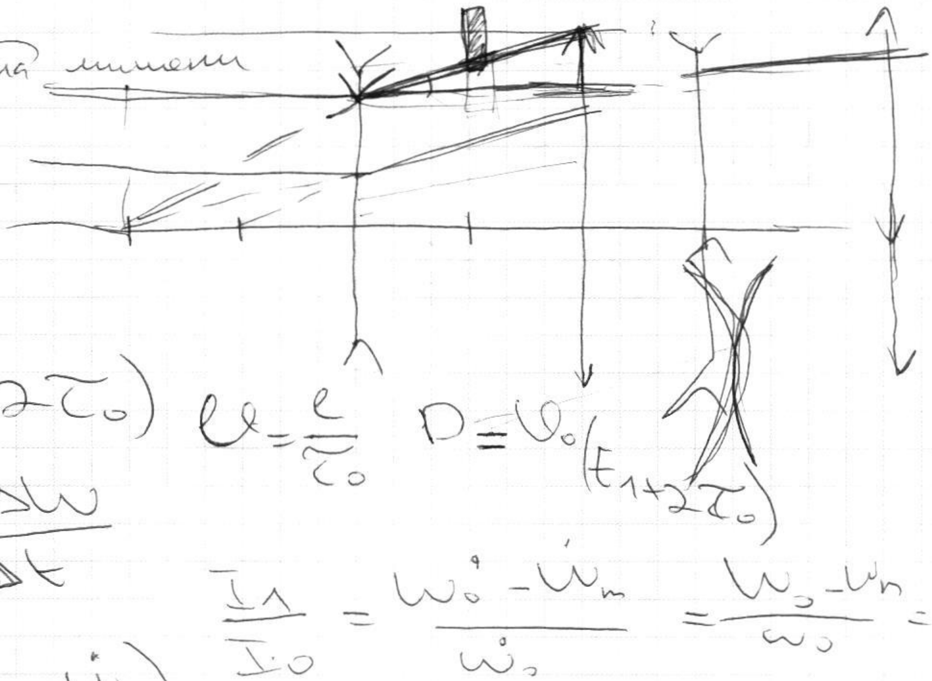
$v \sim \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$v = \frac{S}{t}$



$v =$

длина линии



$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$

$\ell = v\tau_0$

$D = v(t_1 + 2\tau_0)$ $\quad v = \frac{\ell}{\tau_0} \quad D = v_0(t_1 + 2\tau_0)$

$I = kP = \frac{k\Delta W}{\Delta t}$

$I_0 = k\dot{W}_0$

$I_1 = k(\dot{W}_0 - \dot{W}_m)$

$\frac{I_1}{I_0} = \frac{\dot{W}_0 - \dot{W}_m}{\dot{W}_0} = \frac{W_0 - W_m}{W_0} = 1 - \frac{W_m}{W_0}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

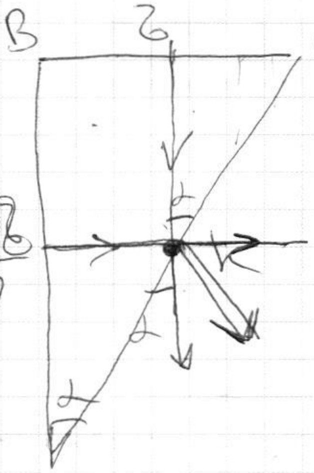
N3. $\sigma = const$

$\sigma = \frac{q}{S} = const$

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

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

$\sigma_2 = \frac{2\sigma}{7}$

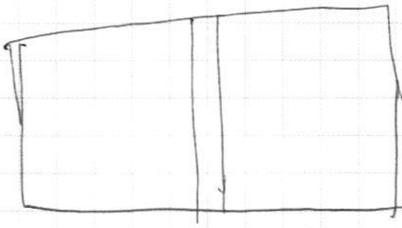


$U = Ed =$

$pV = \nu RT$

$p\frac{V}{2} = \nu RT$

$\frac{3}{2}\nu R\Delta T = -p\Delta V$



$I_0 = kP_0$

$I_1 = kP_1$

$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$

$I = kP \Rightarrow I = kS$

$\begin{cases} I_0 = kD \\ I_1 = k(D-l) \end{cases}$ $\frac{I_0}{I_1} = \frac{D}{D-l}$

$\frac{D}{D-l} = \frac{16}{7} \Rightarrow 7D = 16D - 16l$
$16l = 9D \Rightarrow \boxed{l = \frac{9D}{16}}$

$\frac{I_0}{I_1} = \frac{D}{D-l} = \frac{16}{7}$

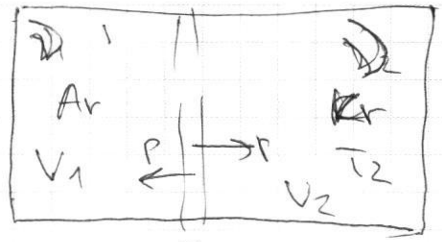
$7D = 16D - 16l \Rightarrow 16l = 9D \Rightarrow l = \frac{9D}{16}$

$v = \frac{l}{\tau_0} =$

$I_0 = k$

№2. $\nu_1=\nu_2$

1) $\begin{cases} p_0V_1=\nu RT_1 \\ p_0V_2=\nu RT_2 \end{cases} \Rightarrow \underline{\dfrac{V_1}{V_2}=\dfrac{T_1}{T_2}}$



2) $\begin{cases} pV_1'=\nu RT \\ pV_2'=\nu RT \\ V_1+V_2=V_1'+V_2' \end{cases} \to T$

$\underline{Q=0}$

$\dfrac{\cancel{32}}{\cancel{40}}=\dfrac{4}{5}$

$\Delta U=-A' \Rightarrow \dfrac{3}{2}\nu R(T-T_1)+\dfrac{3}{2}\nu R(T-T_2)=p\Delta V$

$pV_1'=\nu RT$

$pV_2'=\nu RT$

$V_1'+V_2'=V$

$V_1+V_2=V$

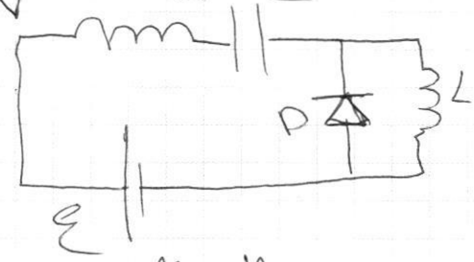
$V_2=\dfrac{V_1T_2}{T_1}$

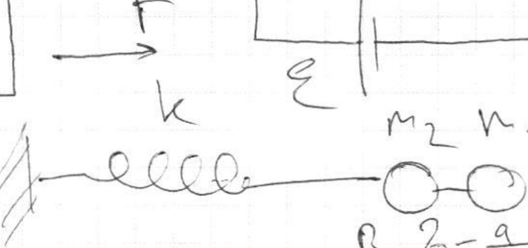
$V_1\left(1+\dfrac{T_2}{T_1}\right)=V \Rightarrow V=V_1\left(\dfrac{T_1+T_2}{T_1}\right)$

$\Delta U=\dfrac{3}{2}\nu R(T-T_1)+\dfrac{3}{2}\nu R(T-T_2)$

$Q=\Delta U+A'=\dfrac{3}{2}\nu R(T-T_1)+p\Delta V$

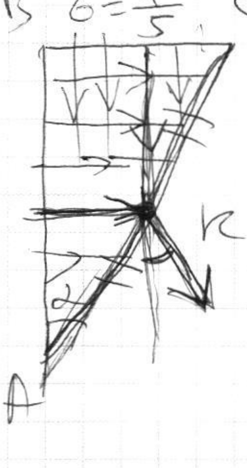
№4.





$\left[\begin{array}{l} T=2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C} \\ T=2\pi\sqrt{L_2C} \end{array}\right.$

№3. $\sigma=\dfrac{q}{S}$ $\quad E=\dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}=\dfrac{q}{2\varepsilon_0 S}$



$E_1=\dfrac{q}{2\varepsilon_0 S}$

$\dfrac{kx^2}{2}=\dfrac{m_2v_2^2}{2}$

[illegible]

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

v_1, α

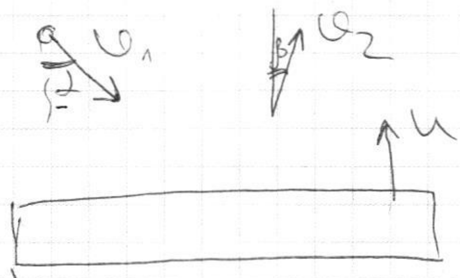
β

$v_2 - ?$

1) $v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$

$v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta}$

$v_2 = \frac{18\cdot 2\cdot 5}{3\cdot 3} = \frac{10\cdot \cancel{18}^{2}}{\cancel{9}} = 20$ (м/с)



2) Перейдём в СО „Массивная плита"

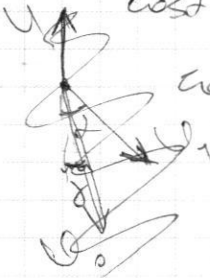
$v_1 \cos\alpha = v_0 - u$

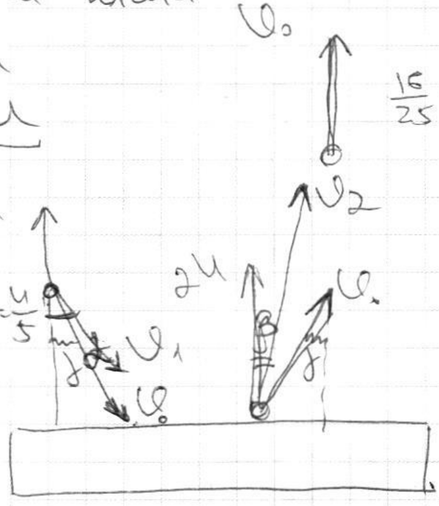
$v_0 = v_1 \cos\alpha + u$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt5}{3}$

$\cos\beta = \sqrt{1-\frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$

$\frac{16}{25} + \frac{9}{25}$



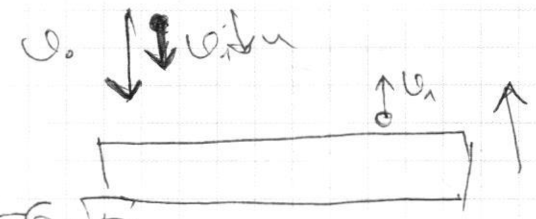


$$\begin{cases} v_1\cos\alpha = v_0\cos\gamma - u \\ v_2\cos\beta = v_0\cos\gamma + 2u \end{cases} (-)$$

$v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha = 3u \Rightarrow u = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{3}$

$v_0 = \quad \vec{v}_0 = \vec{v}_1 + 3\vec{u}$

$v_0 = v_1 + u$



$u = \frac{\frac{\cancel{20}^{4}\cdot 4}{\cancel{5}} - \frac{\cancel{18}^{6}\cdot\sqrt5}{\cancel{3}}}{3} = \frac{16 - 6\sqrt5}{3}$

$Q = \Delta U + A' = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) +$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{5}$

$V_2 = \frac{5V_1}{4} \Rightarrow V_1 + V_2 = V =$

$= V_1\left(1 + \frac{5}{4}\right) = \frac{9V_1}{4}$

$\Delta U = -A'$

$\frac{3}{2}\nu R(T - T_1) + \frac{3}{2}\nu R(T - T_2) = -A'$

$Q = \Delta U + A' = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$

$Q = \Delta U + A'$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\frac{D}{D-l} = \frac{16}{7} \Rightarrow 16D - 16l = 7D$

$16l = 9D \Rightarrow \underline{l = \frac{9D}{16}}$

5) $l = v\tau_0 \Rightarrow v = \frac{l}{\tau_0} = \underline{\frac{9D}{16\tau_0}}$

6) $D = v(2\tau_0 + t_1) \Rightarrow (2\tau_0 + t_1) = \frac{D}{v} = \frac{\cancel{D}16\tau_0}{9\cancel{D}}$

$t_1 = \frac{16\tau_0}{9} - 2\tau_0 =$

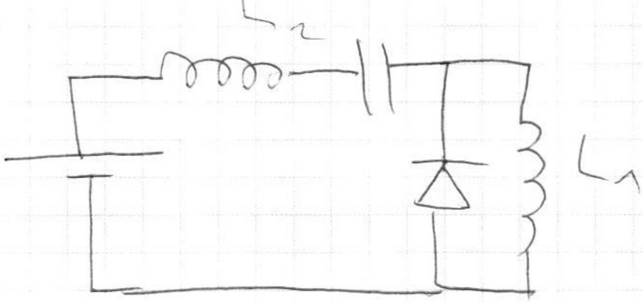
N4

$L_1, L_2, \mathcal{E}, C$

$T - ?$

$I_{01} - ?$

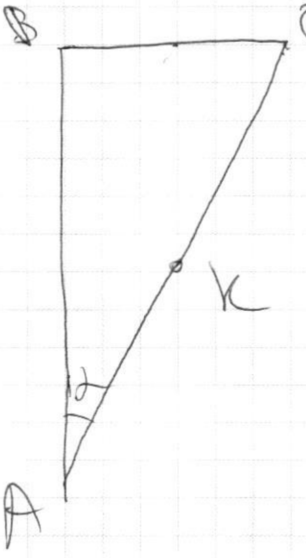
$I_{02} - ?$



$T_1 = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}$

$T_2 = 2\pi\sqrt{L_2 C}$

$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \underline{\pi\left(\sqrt{(L_1+L_2)C} + \sqrt{L_2 C}\right)}$



$\sigma = \frac{q}{S}$

$E = \frac{q}{2\varepsilon_0 S}$