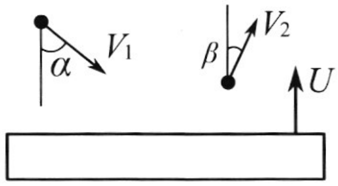
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

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.



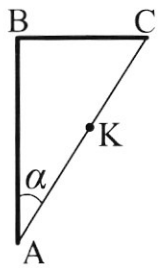
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

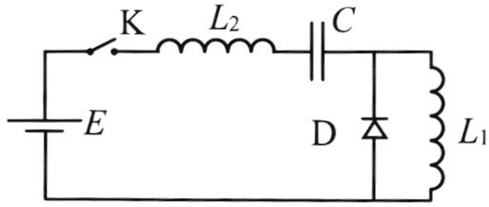
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

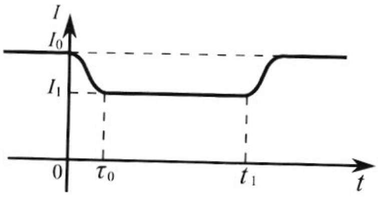
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

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). $I_1 = 8I_0/9$.



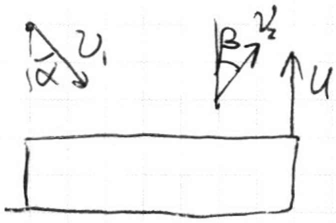
1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1

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

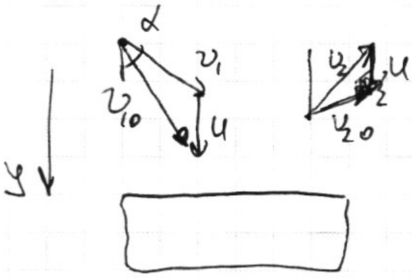


т.к. $u = const$

перейдём в СО плиты

тогда система будет выглядеть так:

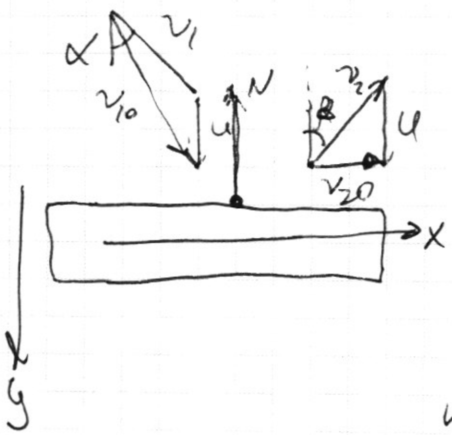
$\vec{V_{отн}} = \vec{V_{абс}} - \vec{V_{пер}}$



т.к. удар неупругий то нормальная компонента ск-ти после удара пропадает =)

$v_{10y} = u + v_1\cos\alpha$

=)



$u = v_2\cos\beta$

и при этом заметим, что во время соударения т.к. трения нет будет действовать только N напр-я вертик-но

т.е. Oy: $\frac{m\,dv_y}{dt} = -N$

$\boxed{\frac{m\,dv_x}{dt} = 0}$ =>

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

=> $v_2 = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}v_1 = \frac{2\cdot 3}{3\cdot 1}v_1 = \boxed{2v_1}$

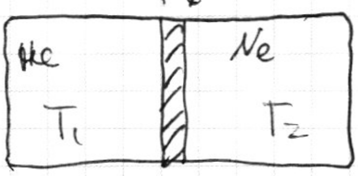
$u = 2v_1\cos\beta = 2v_1\sqrt{1-\frac{1}{9}} = \boxed{\frac{4\sqrt{2}}{3}v_1}$

Ответ: $v_2 = 2v_1$, $u = \frac{4\sqrt{2}}{3}v_1$

Задача 2

трения нет

теплопровод.-й



$\nu = \frac{6}{25}$ моль $T_1 = 330K$

$T_2 = 440K$

в нач-й момент:

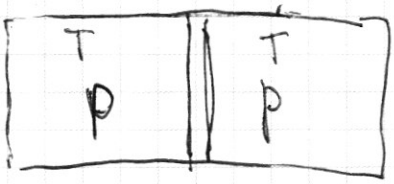
т.к. ~~тер~~ трения нет $\Rightarrow$

$p_1 = p_2 = p_0$

Значит: $p_0 V_1 = \nu R T_1$
$p_0 V_2 = \nu R T_2$ $\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4} = 0{,}75 \Rightarrow V_0 = V_1 + V_2 = \frac{7}{4} V_2$

2) в уст. состоянии т.к. поршень теплопровод-й температуры одинаковые



для гелия: $pV_{11} = \nu RT$

$pV_{22} = \nu RT$

$\Rightarrow V_{11} = V_{22} = \frac{1}{2} V_0$

$V_0 = \frac{7}{4} V_2 = \frac{7}{4} \frac{\nu R T_2}{p_0}$

так же везде потом, что цилиндр теплоизол-й

$\Rightarrow$ для системы $\boxed{Q = 0}$ $\Rightarrow U_{10} + U_{20} = U_{11} + U_{22}$

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

$\Rightarrow \boxed{T = \frac{1}{2}(T_1 + T_2)} = \frac{770}{2} = 350 + 35 = 385K$

теперь запишем 1-й з-н термодинамики для гелия

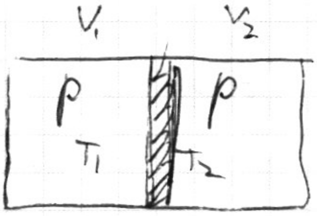
$Q = \Delta U + A$ $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R (T - T_1) = \frac{3}{2}\nu R \frac{T_2 - T_1}{2} = \frac{3}{4}\nu R (T_2 - T_1)$

$A = \int_{V_1}^{V_{11}} p\,dV$ нам известно что поршень двигается медленно значит в каждый момент времени давления их одинаковые

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Продолжение задачи 2

рассмотрим в нек-й произвольный момент t:



$\delta A_{He} = p\,dV_1$; $dV_1 = -dV_2$

$pV_1 = \nu R T_1$

$pV_2 = \nu R T_2$

$\delta Q_{He} = -\delta Q_{Ne}$ т.к. сколько неон отдал, столько гелий принял

$\delta Q_{He} = \frac{3}{2}\nu R\,dT_1 + p\,dV_1$ (*)

$\delta Q_{Ne} = \frac{3}{2}\nu R\,dT_2 - p\,dV_1$

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

$dp\,V_1 + p\,dV_1 = \nu R\,dT_1$

$dp\,V_2 + p\,dV_2 = \nu R\,dT_2$

а также из (*) $\Rightarrow$ $\nu R\,dT_1 = -\nu R\,dT_2$

$\Rightarrow dp\,V_1 + p\,dV_1 = -dp\,V_2 - p\,dV_2$

$dV_1 = -dV_2$

$dp(V_1+V_2) = -p\,dV_1 - p\,dV_2$

$dp(V_1+V_2) = -p\,dV_1 + p\,dV_1 = 0 \Rightarrow \boxed{dp = 0} \Rightarrow \boxed{p = const}$

$\Rightarrow$ давление в системе постоянно

тогда $Q_{He} = \frac{3}{2}\nu R(T-T_1) + p_0\Delta V_1$

вначале $p_0V_1 = \nu R T_1$ в конце $p_0V_{11} = \nu R T$

$\Rightarrow p_0\Delta V_1 = \nu R(T-T_1) \Rightarrow \boxed{Q_{He} = \frac{5}{2}\nu R(T-T_1)}$

$\Rightarrow Q_{He} = \frac{5}{2}\cdot\frac{6}{25}\cdot 8,31(385-330) = \frac{6\cdot 8,31}{10}\cdot 55 = 3\cdot 8,31\cdot 11 = 33\cdot 8,31$

Продолжение задачи 2

$Q_{He} = 33 \cdot 8{,}31 = 33 \cdot 8 + 33 \cdot 0{,}3 + 33 \cdot 0{,}01 = 240 + 24 + 9{,}9 + 0{,}33 =$

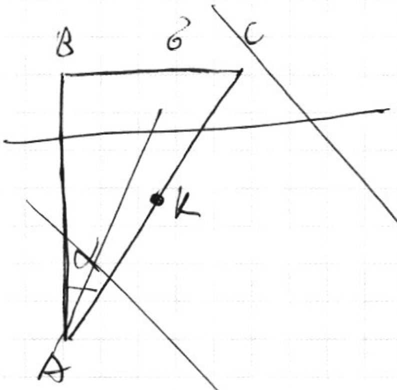
$= 264 + 9{,}9 + 0{,}33 = 273{,}9 + 0{,}33 = 274{,}23$ Дж

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$ $T = \frac{1}{2}(T_1 + T_2) = 385$ K

$Q_{He} = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) = \frac{5}{2}\nu R \frac{1}{2}(T_2 - T_1) =$

$= \frac{5}{4}\nu R(T_2 - T_1) = 274{,}23$ Дж

Задача 3



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

вначале:

нам известно по условию что пластины бесконечные

значит напряженность создаваемая AB и BC равна $\frac{б}{2\varepsilon_0}$

значит:

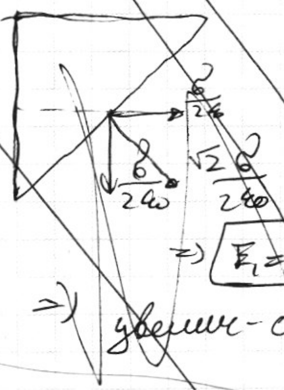
$\frac{б}{2\varepsilon_0}$, $\frac{б}{2\varepsilon_0}$, $\sqrt{2}\frac{б}{2\varepsilon_0}$ =>

=> $E_1 = \sqrt{2} E_0$

=> увеличится в $\sqrt{2}$ раза

теперь $б_1 = 4б$ $б_2 = б$

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



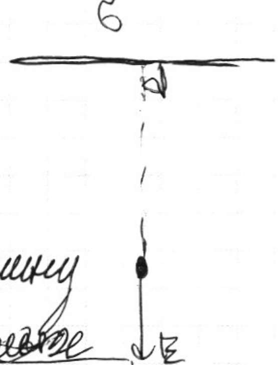
вначале $i > y$

ток должен в другую сторону

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

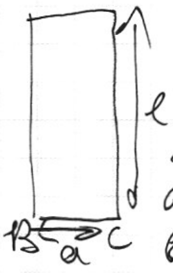
Задача 3

для начала решим вспомогательную задачу!



$E - ?$

из условия я понял что пластины выглядят так:

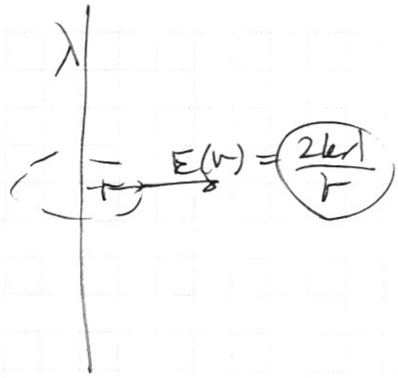


$l \to \infty$

~~a-конеч~~ a-конеч. вел-на

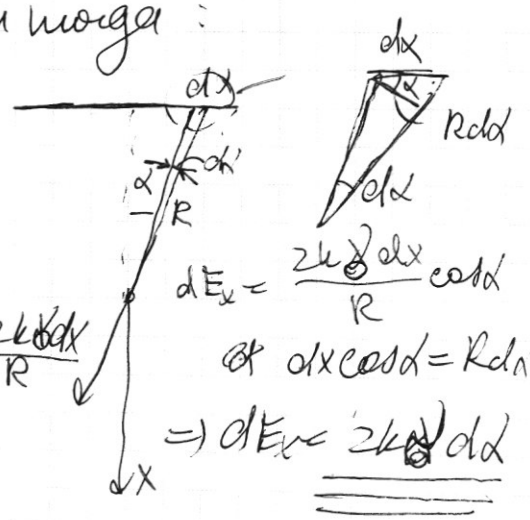
разобьем пластину на много ~~малых~~ тонких полосок с $\boxed{\lambda = \sigma dx}$

~~из нам изз~~ нам известно



$E(r) = \frac{2k\lambda}{r}$

и тогда:

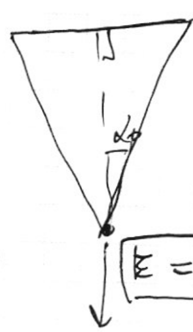


$dE_x = \frac{2k\sigma dx}{R}\cos\alpha$

$dx\cos\alpha = R d\alpha$

$\Rightarrow dE_x = 2k\sigma d\alpha$

~~⇒~~ ⇒

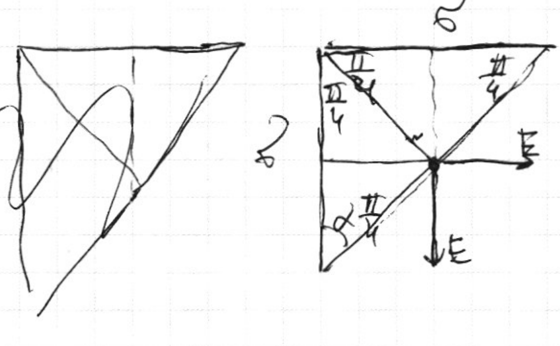


(*) $\boxed{E = 2k\sigma \, 2\alpha_0}$

Продолжение задачи 3

воспользуемся выводом с прошлой страницы

тогда в первом случае:



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

из симметрии пластины создают од-е собственные поля =>

до зарядки пластины AB

$E_1 = E$

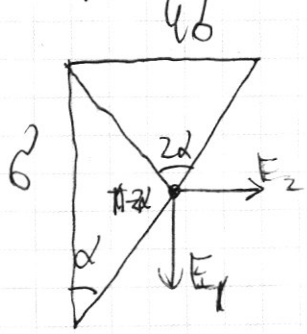
после зарядки $\boxed{E_\Sigma = \sqrt{2}E}$

т.к. $\vec{E}_\Sigma = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

$\Rightarrow \frac{E_\Sigma}{E_1} = \sqrt{2}$ ← ответ на 1-й

переписал для красоты: Ответ $E_{\Sigma_1} = \frac{5\sigma}{8\varepsilon_0}$

теперь ответим на второй пункт: вопрос



из (*) => $E_1 = 4\sigma k \, 2\alpha \cdot 2$

$E_2 = \sigma k \cdot (\pi - 2\alpha)$

$E_1 = \frac{2\sigma}{\pi\varepsilon_0} \cdot 2 \cdot \frac{\pi}{8} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ $\boxed{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$

$E_2 = \frac{2\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\left(\pi - \frac{\pi}{4}\right) = \frac{2 \cdot 3\sigma}{16\varepsilon_0} = \boxed{\frac{3}{8}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}}$

$\Rightarrow E_\Sigma = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}\sqrt{1 + \frac{9}{16}} = \boxed{\frac{5\sigma}{16\varepsilon_0}}$

Ответ: 1) $\frac{E_\Sigma}{E_1} = \sqrt{2}$

2) $E_\Sigma = \frac{5\sigma}{16\varepsilon_0}$

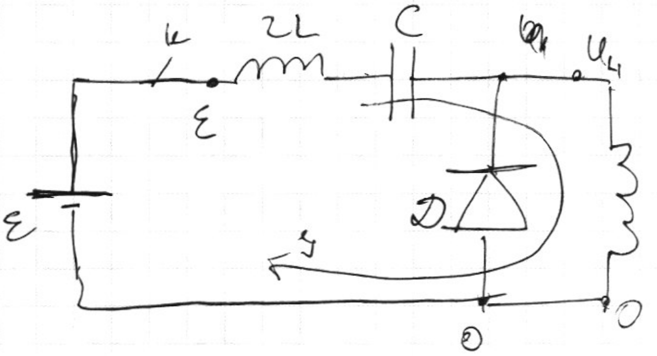
$E_{\Sigma_1} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{1 + \frac{9}{16}}$

$\boxed{E_{\Sigma_1} = \frac{5\sigma}{8\varepsilon_0}}$

Ответ

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4



в момент замык-я ключа
$U_C = 0$
$y_L = 0$ $\underline{U_D = -\mathcal{E}}$ ⇓ вначале он будет закрыт

Затем D закрыт ток пойдет через $\boxed{3L}$ и ур-е будет выглядеть так:

$$\mathcal{E} = U_C + 5L\dot{y} \quad \underline{C\dot{U}_C = y}$$

$$\mathcal{E} = U_C + 5LC\ddot{U}_C \Rightarrow \ddot{U}_C + \frac{U_C}{5LC} = \frac{\mathcal{E}}{5LC}$$

$$\Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{5LC} \qquad U_C = U_1 + A\cos(\omega t + \varphi)$$

$$U_C(0) = 0 \quad \dot{U}_C(0) = 0$$

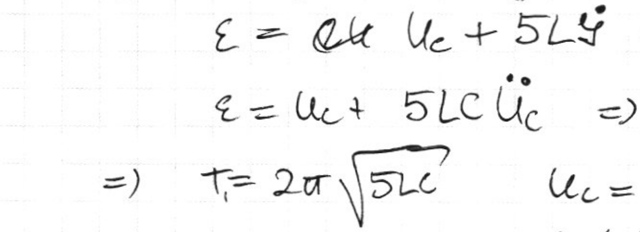
$$U_{L_1} = 3L\dot{y} = 3L\frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5LC}}\cdot\frac{1}{\sqrt{5LC}}\cos\omega t \qquad U_1 = -A\cos\varphi \quad -A\sin\varphi = 0 \quad \varphi = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{U_C = \mathcal{E}(1 - \cos\omega t)}$$

$$U_{L_1} = \frac{3LC\mathcal{E}}{5LC}\cos\omega t = \frac{3}{5}\mathcal{E}\cos\omega t \qquad y = C\dot{U}_C = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5LC}}\sin\omega t$$

Значит спустя $t = \frac{T}{4}$ $\boxed{U_L \leq 0}$ ⇒ открытие $\boxed{диод}$

проанализируем систему, когда занулится напряж-е и откроется диод



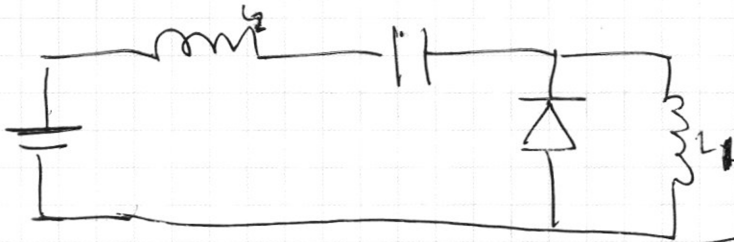
в этот мом
$y = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5LC}}$ $\underline{U_{L_1} = 0}$

пойдет ли ток через диод?

Предположим что не пойдет $\boxed{ток через диод не пойдет}$ — объяснение на след. странице

Продолжение задачи 4

Предположение что не идет



в этом моменте $\boxed{\mathcal{I} = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{5L}}}$

=) т.к. в последующие dt сек

$\boxed{U_{L1} = 0}$ =) $\mathcal{I} = const$

и также скачком ток через L_2 меняться не может

=) $\mathcal{I}_{2} = \mathcal{I}_{21}$ =) в нач-й момент и правда не идет

т.к. $U_{L1} = 0$ =) $\mathcal{I}_{21} = const = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{5L}}$

если через диод пойдет ток

то и $U_{L2} = 0$ т.к. $\mathcal{I} = const$ =) $U_C = const$

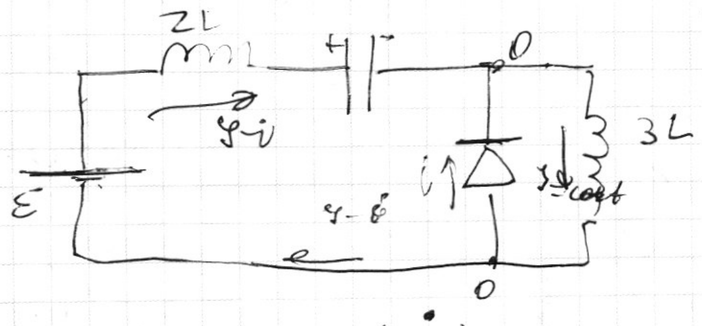
=) $\mathcal{I} = C\frac{dU_C}{dt} = 0$ проанализируем систему дающее противоречие

Вн диод будет открыт.

т.к. иначе $U_{L2} < 0$ =) $\dot{\mathcal{I}} > 0$

=) напряжение на диоде 0 в последующие dt сек.

=) ток найдем



т.е при том если ток через диод есть то как и полагается ток начнет уменьшаться через $2L$

тогда $\varepsilon = 2L(\dot{\mathcal{I}} - \dot{i}) + U_C$

$C\dot{U}_C = \mathcal{I} - i \quad i = \mathcal{I} - C\dot{U}_C$ =) $(\dot{i}) = -C\ddot{U}_C$

$\varepsilon = -2L(\dot{i}) + U_C = 2CL\ddot{U}_C + U_C \quad \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{2CL}}$

$\ddot{U}_C + \frac{U_C}{2CL} = \frac{\varepsilon}{2CL}$ =) $U_C = \varepsilon + A\cos(\omega_2 t + \varphi)$

$U_C(0) = \varepsilon \quad \dot{U}_C = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{5LC}}$

=) $A\cos\varphi = 0 \quad \varphi = \frac{\pi}{2} \quad -A\omega\sin\varphi = \varepsilon\sqrt{\frac{1}{5LC}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Продолжение задачи 4

$$-A\omega\sin\varphi = \frac{\varepsilon}{\sqrt{5Lc}} = -\frac{A}{\sqrt{2LC}} \qquad C = -\varepsilon\sqrt{\frac{2}{5}}$$

$$\cancel{\sin(\alpha+\frac{\pi}{2}) = \cos\alpha} \qquad \cos(\alpha+\frac{\pi}{2}) = -\sin\alpha$$

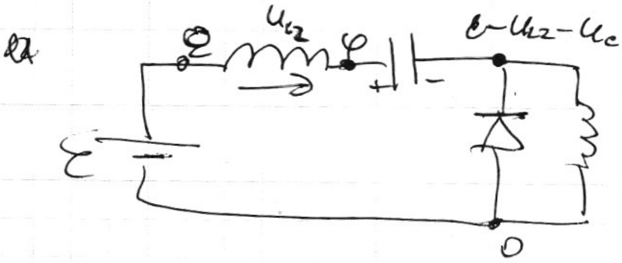
$$\Rightarrow \boxed{U_c = \varepsilon\left(1+\sqrt{\frac{2}{5}}\sin\omega_2 t\right)}$$ ← если принять $t=0$ в момент открытия диода и верно ток будет пост-но уменьшаться

$$C\dot U_c = +C\varepsilon\sqrt{\frac{2}{5}}\frac{1}{\sqrt{2LC}}\cos\omega_2 t$$

$$\cancel{C\dot U_c = y - i = -C\varepsilon\frac{C}{\sqrt{5LC}}}$$

$$y - i = C\varepsilon\ \varepsilon\sqrt{\frac{C}{5L}}\cos\omega_2 t \Rightarrow i = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{5L}}(1-\cos\omega_2 t) \geq 0$$

через так же чтобы в последствии диод был открыт напряжение на нем должно быть 0 и $i \geq 0$



$$\varepsilon - \varphi = U_{L2}$$
$$\varphi = \varepsilon - U_{L2}$$

$$\varepsilon - U_{L2} - U_c = \varepsilon - \varepsilon - \sqrt{\frac{2}{5}}\varepsilon\sin\omega_2 t + 2L(\dot i) =$$
$$= -\sqrt{\frac{2}{5}}\varepsilon\sin\omega_2 t + 2L\varepsilon\sqrt{\frac{C}{5L\cdot 2LC}}\sin\omega_2 t = 0$$

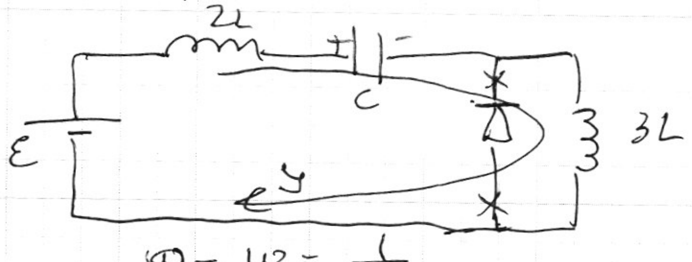
теперь осталось понять закроется ли диод когда $i=0$ т.е. через период

через период допустим, что диод закроется то тогда наша система будет выглядеть но такой же как через закрытием $\Rightarrow$ из равновесия же рассуждений диод закроется и будет происх колебания при закрытом диоде.

Продолжение задачи 4

Подведем итог всех рассуждений:

первое $\Delta t = \frac{\pi}{2}\sqrt{5LC}$ пока диод ~~открыт~~ закрыт



$I = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}\sin\frac{1}{\sqrt{5LC}}t = I_{L_1} = I_{L_2}$

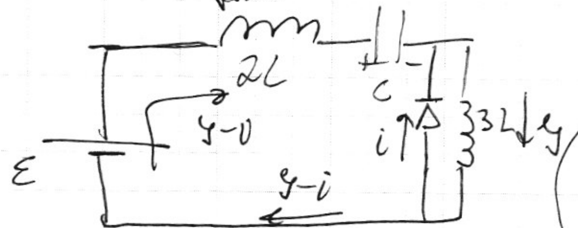
=> в нач-й момент t

$T = 2\pi\sqrt{5LC}$ — период начавшихся колебаний

$\omega_1 = \omega = \frac{1}{\sqrt{5LC}}$

далее при $U_{L_1} = 0$ диод закроется и система будет выглядеть так:

$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{2LC}}$



$U_C = \mathcal{E}\left(1 + \sqrt{\frac{2}{5}}\sin\frac{1}{\sqrt{2LC}}t\right)$

$I_{L_2} = CU_C' = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}\cos\left(\frac{1}{\sqrt{2LC}}t\right)$

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

$i = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}\left(1 - \cos\frac{1}{\sqrt{2LC}}t\right) \geq 0$

=> сначала колебание с периодом $T = 2\pi\sqrt{5LC}$ на протяжении $\Delta t = \frac{\pi}{2}\sqrt{5LC}$

дальше диод ~~закрыт~~ открыт все последующее время и больше не закрывается =>

=> происходит колебание с периодом $T_2 = 2\pi\sqrt{2LC}$

из полученных всех ур-й понимаем, что

$I_{01} = I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$!

Ответ! сначала $T = 2\pi\sqrt{5LC}$ — период начавшихся кол-й

дальше $T_2 = 2\pi\sqrt{2LC}$

$I_{01} = I_{02} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

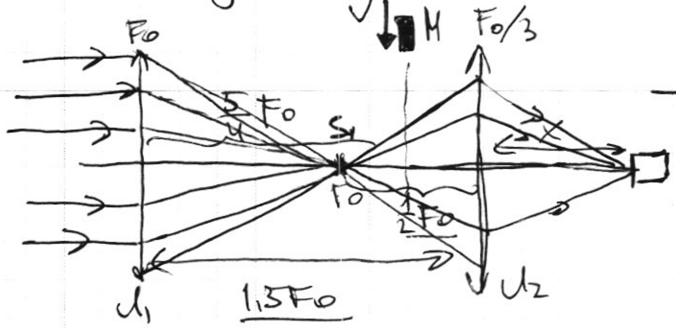
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

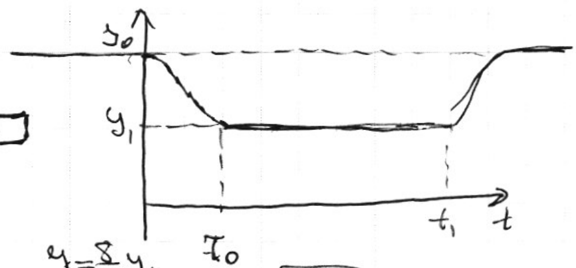
ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5

$D << F_0$ F_0 D τ_0





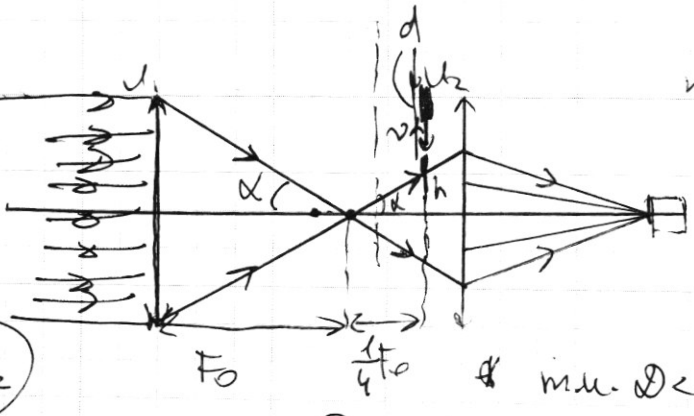
$y_1 = \frac{8}{9} y_0$

$y \sim P$

1) Пар-й пучок света фокусируется в фокусе $Л_1$ т.е. на расст-ии F_0 от $Л_1$ $\Rightarrow$ можем считать что в этой точке точ-й ист-к света S_1

$\Rightarrow$ из ф-лы тонкой линзы:

$$\frac{2}{F_0} + \frac{1}{x} = \frac{3}{F_0} \quad \frac{1}{x} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow \boxed{x = F_0}$$ ← ответ на 1-й вопрос



ток начал уменьшаться в тот момент когда мишень начала перекрывать пучок

поэтому нам надо найти высоте в этот момент находился нижний край мишени

$I = \frac{4\alpha}{\pi D^2}$ ← интенсивность

т.к. $D << F_0 \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha \simeq \alpha \approx \sin\alpha$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{D}{2F_0} = \frac{4h}{F_0} \Rightarrow \boxed{h = \frac{D}{8}}$$ $\Rightarrow$ следующее то движение пучок еще не полностью на нее попадает

$\Rightarrow \boxed{v \cdot \tau_0 = d}$ также нам известно, что

пропорц-о мощности $P \sim I \cdot S$ — $\boxed{y \sim P} \sim \frac{P S}{S}$ ← S-пл-дь сечения пучка

$$\Rightarrow \frac{y_1}{y_0} = \frac{S_0 - S_H}{S_0} = 1 - \frac{S_H}{S_0} \Rightarrow \frac{S_H}{S_0} = -\frac{8}{9} + 1 = \frac{1}{9} \Rightarrow S_H = \frac{S_0}{9}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Продолжение задачи 5:

$\cancel{\frac{S_н}{S_0} = \frac{1}{8} \Rightarrow \left(\frac{d}{D}\right)^2 = \frac{1}{9}} \quad \cancel{d = \frac{1}{3}D}$

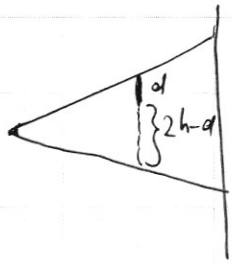
$$\frac{S_н}{S_0} = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{d^2}{h^2} = \frac{1}{9} \quad d = \frac{h}{3} = \frac{D}{24}$$

$$\Rightarrow \quad v\tau_0 = \frac{D}{24} \quad \boxed{v = \frac{D}{24\tau_0}}$$

также можем записать, что

$$v(t_1 - \tau_0) = \underline{2h - d} = 2h - \frac{h}{3}$$

т.к.



$$v(t_1 - \tau_0) = \frac{6h - h}{3} = \frac{5}{3}h$$

$$\frac{D}{24\tau_0}(t_1 - \tau_0) = \frac{5}{3}\frac{D}{8}$$

$$\frac{t_1}{\tau_0} - 1 = 5$$

$$\frac{t_1}{\tau_0} = 6 \quad \boxed{t_1 = 6\tau_0}$$

значит Ответ! $\boxed{x = F_0}$

$\boxed{v = \frac{D}{24\tau_0}}$

$\boxed{t_1 = 6\tau_0}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

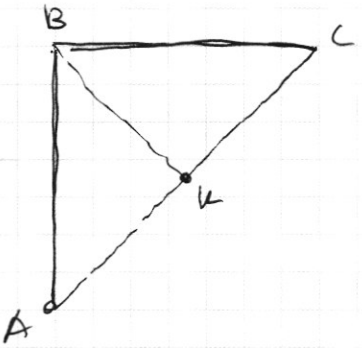
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3



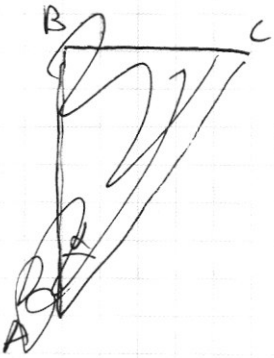
ясно что $E \sim \frac{\sigma \cdot S}{r^2}$ будем выражать через характерное ~~расстояние~~

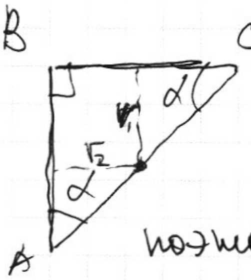
поле создаваемое одной пластиной

~~R —~~ расст пусть r – расстояние от пластины до точки

S – пл-дь пл-ны

значит при $\alpha = \frac{\pi}{4}$ в сечении равн-й треуг





$\Rightarrow S_1 = S_2 = S$

$r_1 = r_2 = r$

поэтому когда AB не заряжена

$E = \alpha \frac{dS}{r^2}$

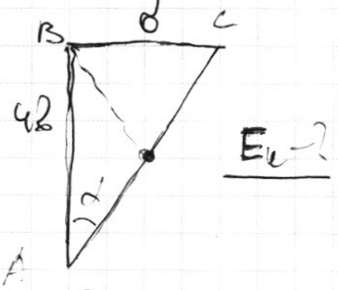
когда заряжены AB $\vec{E_\Sigma} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

из принципа суперпозиции

$\Rightarrow E_\Sigma = \sqrt{2} E$

$\Rightarrow$ поле возросло в $\sqrt{2}$ раз

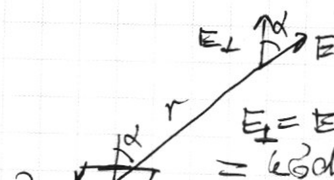
Теперь $\alpha = \frac{\pi}{8}$



$E_K - ?$

Решим вспомогат-ю задачу

Представим, что есть малая пластинка площадью dS найдем от нее ~~пол~~ нормальную ~~ком~~ компоненту поля $E_\perp$



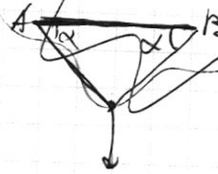
$E_\perp = E\cos\alpha = \frac{k\sigma dS\cos\alpha}{r^2}$

$E_\perp = k\sigma\,\Delta\Omega$ ← тел-й угол

Продолжение задачи 3:

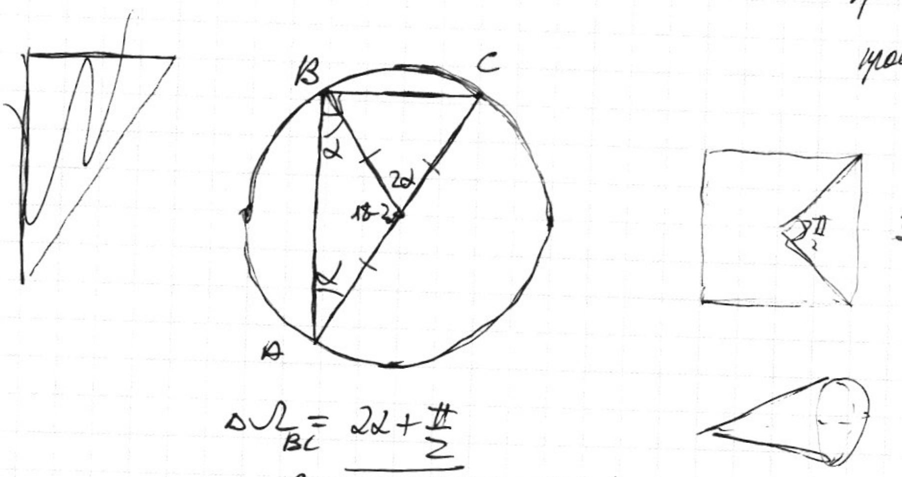
мы помним что $E_\perp = k\sigma\Delta\Omega$ где $\Delta\Omega$ — телесный угол под кот-м видна площадка

~~тогда~~ ~~пусть~~



A, B ← бескон-е ~~прям-е~~ пластинка

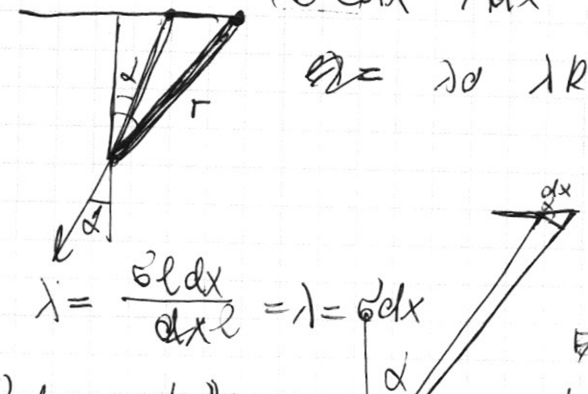
во-первых попробуем найти поле создав-е пластинами при угле $\frac{\pi}{2}$ произв-м



$\Delta\Omega_{BC} = 2\alpha + \frac{\pi}{2}$

$\Delta\Omega_{AB} = \cancel{18}(\pi - 2\alpha) + \frac{\pi}{2}$

$\boxed{\sigma l dx = \lambda dx}$ $\quad \frac{2k\lambda}{r}$



$\cancel{E} = \lambda d \quad \lambda R d\alpha$

$R d\alpha = dx \cos\alpha$

$\lambda = \frac{R d\alpha}{\cos\alpha}$

$\frac{2k\lambda}{r} \quad \lambda = \frac{\sigma l dx}{dx\, l} = \lambda = \sigma dx$

$E_\perp = \frac{R d\alpha}{\cos\alpha}$

$\frac{2k\sigma dx}{r} = \frac{2k\sigma R d\alpha}{\cos\alpha R}$

$E_\perp = \frac{\lambda R d\alpha}{\cos\alpha R^2} 2k$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

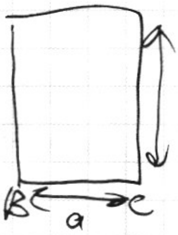
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3

на мой вопрос по условию ответа не пришло поэтому вот два решения

1-е решение: ~~если~~ понял условие так:

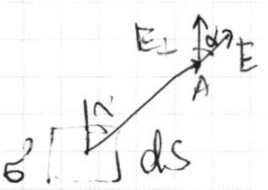
что ~~беско~~ бесконечные прямоуг-е пластины это



$b \to \infty$

a – некая конечная величина

тогда решаю вспомог-ю задачу:



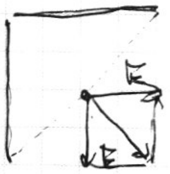
$E_\perp = E\cos\alpha$

$E = \frac{k\sigma dS}{r^2}\cos\alpha = \boxed{k\sigma\, d\Omega}$

телесный угол

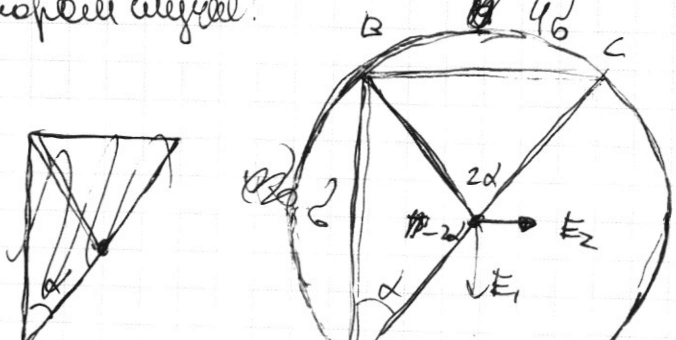
=) ~~при~~ в первом случае:

$\vec{E_\Sigma} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$ $|\vec{E_1}| = |\vec{E_2}| = E$ т.к. симметрично



=) $E_\Sigma = \sqrt{2}E$ =) $\boxed{\frac{E_\Sigma}{E} = \sqrt{2}}$

во втором случае:



т.к. в попер-м направлении пл-ны уходят в беск-ть то

$d\Omega_{BC} = 2\alpha + \frac{\pi}{2}$

$d\Omega_{AB} = (\pi - 2\alpha) + \frac{\pi}{2}$

$E_1 = 4\sigma k\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{4}\right)$

$E_2 = 4\sigma k\left(\frac{\pi}{2} + \pi - \frac{\pi}{4}\right)$

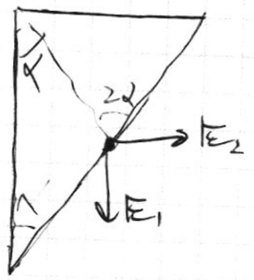
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

Продолжение задачи 3!



$$E_1 = 4\sigma k \frac{\pi}{2}\left(1+\frac{1}{2}\right) = \frac{3}{4}\pi\sigma k \cdot 4 = 3\pi\sigma \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

$$\underline{E_1 = \frac{3\sigma}{4\varepsilon_0}}$$

$$E_2 = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\left(\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{4}+\pi\right) = \left(\frac{\pi}{4}+\pi\right)\frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{5\pi}{4}\frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{5\sigma}{16\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow E_\Sigma = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\frac{1}{4}\sqrt{\frac{25}{16}+9} = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0\cdot 4}\sqrt{25+16\cdot 9} =$$

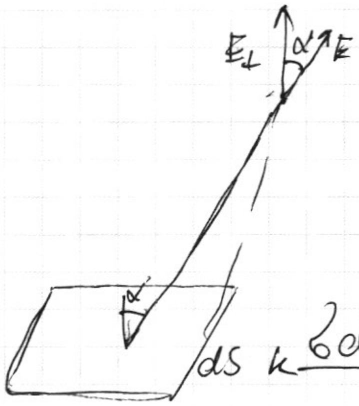
$90+54+25$
$144+25=169$

$$= \frac{\sigma}{16\varepsilon_0}\sqrt{169} = \boxed{\frac{13\sigma}{16\varepsilon_0}}$$

$$\Rightarrow \boxed{E_\Sigma = \frac{13\sigma}{16\varepsilon_0}}$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

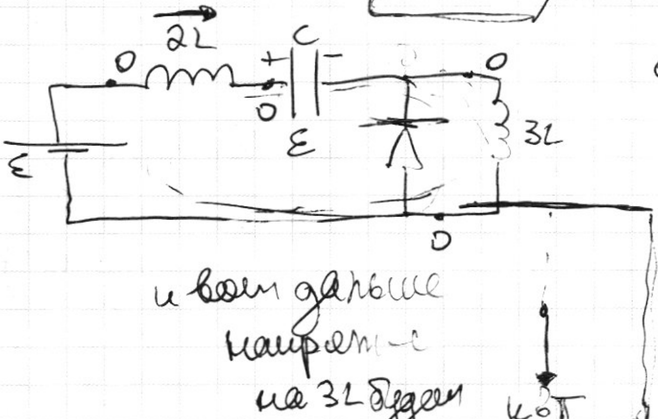


$CU = const$

$\mathcal{Y} = const \quad CU = const$

$\Rightarrow$ будет расти

$dS \quad k\frac{\sigma dS\cos\alpha}{r^2} = \boxed{k\sigma\Delta\Omega}$



если бы диод был закрыт, то

то $3L \; U_{3L}$ = стало бы мгновенно нулю, чего быть не может

$\frac{4\pi}{4}$

значит диод открыт

ток через диод есть

$\boxed{L\dot{\mathcal{Y}} = 0}$

и вот дальше напряж-е на 3L будет ~~наименьшим~~

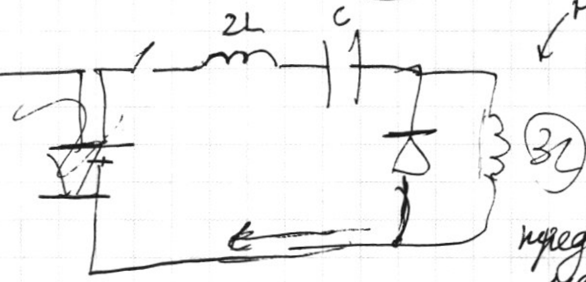
ток в этом был

$\boxed{U_L = \mathcal{E}} \quad \to \boxed{U_L = 0} = \boxed{\dot{\mathcal{Y}} = 0}$

$\mathcal{Y} = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{5LC}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

$CU'' = 0 \quad \to \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

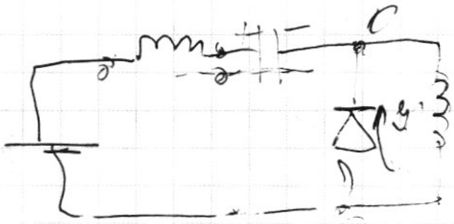
$\boxed{U_L = 0}$



на нем нет ($U = const$)

предположим не повернет ток

напряжение не сможет падать



$L\mathcal{Y} = 0$

$\Rightarrow \quad \dot{\mathcal{Y}} = 0 \quad \mathcal{Y} = const$

$CU = const$ и будет возрастать

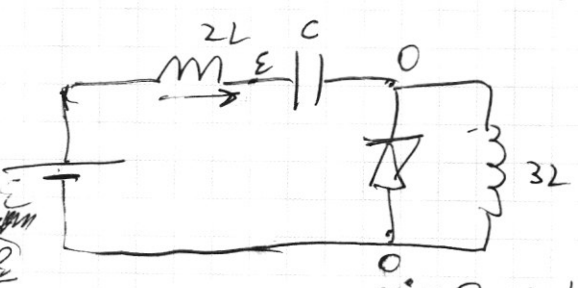
$U_{2L} = \frac{2L}{5LC}$

$\left(\frac{2}{5}\mathcal{E}\cos\omega t\right) = U_{L_2}$

и он скачком не может измениться

$2L\mathcal{Y}_1 + 3L\mathcal{Y}_2 = const$

$2L\mathcal{Y}_1 = -3L\mathcal{Y}_2$



$\dot{\mathcal{Y}} = 0$

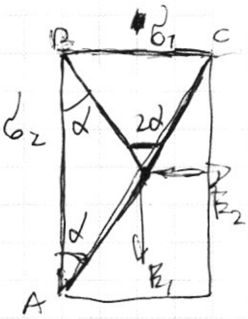
$CU = 0 \Rightarrow$ ток ноль

диод будет открыт и через него будет ток

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

при неупругом ударе теряется нормальная компонента

$v_2\cos\alpha = u$



$Q_1 = \cancel{\Delta U}\ U_{21} - U_{11} + A_1$

$Q_2 = \cancel{Q_{22}}\ U_{22} - U_{21} + A_2$

$A_1 = -A_2$

$Q_1 = -Q_2$

я буду разбирать Перельман, а вот мне бы он решил эту задачу

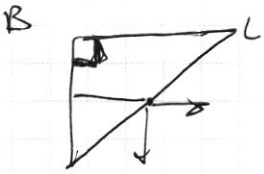
$\frac{3}{8}\pi$

можем показать что давление постоянным

$\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{8} = \frac{\pi}{2}(1-\frac{1}{4}$

$p dV_1 + dp V_1 = p dV_2 + dp V_2$

$dp(V_1 - V_2) = 2pdV_1$



$\alpha \quad \frac{\pi}{8} \quad \frac{\pi}{4}$

$V_0 = V_1 + V_2 \quad V_2 = V_0 - V_1$

$\frac{\pi}{8} \quad \frac{\pi}{1} \quad \pi-$

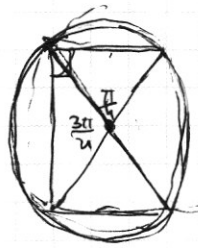
$V_1 - V_2 = 2V_1 - V_0$

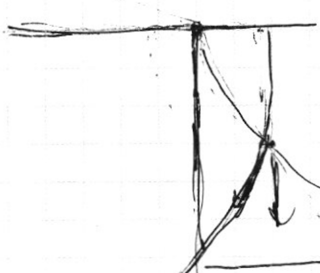
$dp2V_1 - dpV_0 = 2pdV_1$

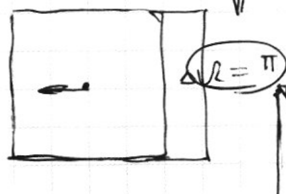
$dpV_0 = 2(dpV_1 - pdV_1)$

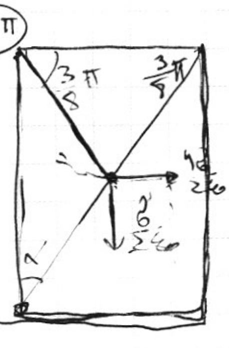
$V_1 = V_0 - V_2$

$\frac{dpV_0}{2} = \cancel{dp V_1}\ dpV_0 - dpV_2 + \cancel{dpV_2}\, pdV_2$









по модулю α не нужен

~~отношение~~

можно найти $\frac{E_2}{E_1}$