Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

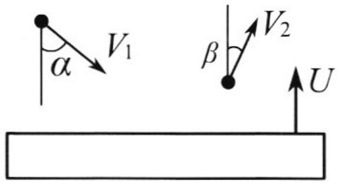
Класс 11

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 $\alpha\left(\sin\alpha = \frac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \frac{3}{5}\right)$ с вертикалью.



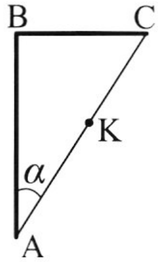
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

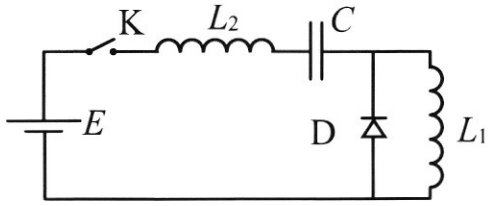
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

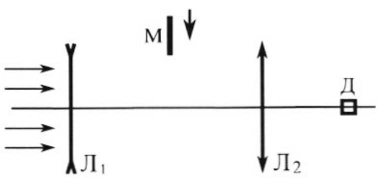
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

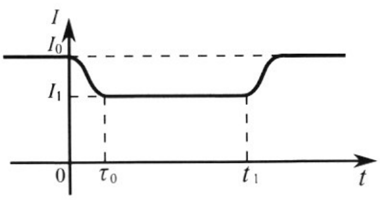
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

1) Сначала запишем сохранение импульса шарика по горизонтали (т.к. сил по ней нет):

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

$$V_2 = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} V_1 = \frac{2/3}{3/5} \cdot 18\frac{м}{с} = \frac{10}{9} \cdot 18\frac{м}{с} = 20\,м/с$$

2) Перейдём в СО стены. В ней шарик отталкивается с такой же по модулю скоростью по вертикали, с которой и прилетел.

$V_1 \cos\alpha + U$ ↓ ↑ $V_2 \cdot \cos\beta - U$

$$V_1 \cdot \cos\alpha + U = V_2 \cdot \cos\beta - U$$

$$V_1 \cdot \cos\alpha + 2U = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} V_1 \cdot \cos\beta$$

$$U = \frac{1}{2} V_1 \left(\frac{\sin\alpha}{tg\beta} - \cos\alpha \right)$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = \sqrt{1 - 4/9} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

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

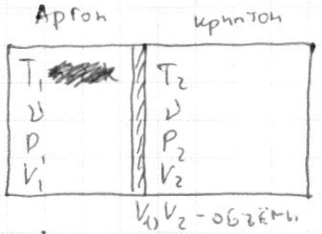
$$tg\beta = \frac{3/5}{4/5} = \frac{3}{4}$$

$$U = \frac{1}{2} \cdot 18\frac{м}{с}\left(\frac{2/3}{3/4} - \frac{\sqrt{5}}{3} \right) = 9\frac{м}{с} \cdot \left(\frac{8 - 3\sqrt{5}}{9} \right)$$

$$U = (8 - 3\sqrt{5})\,м/с$$

Ответ: 1) $20\,м/с$ 2) $(8 - 3\sqrt{5})\,м/с$

№ 2



Трения нет => силы на поршень:

$$P_1 S = P_2 S \Rightarrow P_1 = P_2 \Rightarrow$$ давления в отсеках одинаково

(т.к. поршень движется медленно)

1) Ур-я состояния в начале (P_0 - начальное давление):

$$\left.\begin{aligned} P_0 V_1 &= \nu R T_1 \\ P_0 V_2 &= \nu R T_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320°K}{400°K} = \frac{4}{5} = 0{,}8$$

2) ~~Ур-я состояния в конце:~~ Сосуд теплоизолирован => тепло не уходит.

Силы на поршень ≈ равны => работа пренебрежимо мала.

Значит суммарная внутренняя энергия газа сохраняется.

Начальная энергия:

$$E_{0\,Apr} = \frac{3}{2}\nu R T_1 \qquad E_{0\,крип} = \frac{3}{2}\nu R T_2$$

$$\begin{array}{r} \times\ 831 \\ 36 \\ \hline 4986 \\ 2493\ \\ \hline 29916 \end{array}$$

Конечная энергия (T_k - конечная температура):

$$E_{k\,Apr} = \frac{3}{2}\nu R T_k \qquad E_{k\,крип} = \frac{3}{2}\nu R T_k$$

Сохранение энергии: $\frac{3}{2}\nu R(T_1+T_2) = \frac{3}{2}\nu R(T_k+T_k) \Rightarrow T_k = \frac{T_1+T_2}{2} = 360°K$

3) Уменьшение энергии криптона (из сохр. энергии всё пошло в аргон):

$$\Delta E = E_{0\,крип} - E_{k\,крип} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_k) = \frac{3}{2}\cdot\frac{3}{5}\text{моль}\cdot 8{,}31\frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot°K}\cdot 40°K = 36\cdot 8{,}31\ \text{Дж} =$$

$$= 299{,}16\ \text{Дж} \approx 300\ \text{Дж}$$

Ответ: 1) 0,8 2) 360°K 3) 300 Дж

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

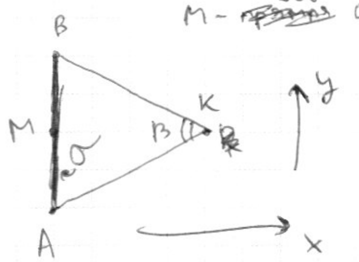
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

Заметим, что K лежит ~~на~~ в плоскости симметрии обоих пластин. Найдём напряженность от одной такой равномерно заряженной пластины. (т.к. проекция K лежит на середине BC)

M – ~~прямая~~ ось симметрии



~~Получилось~~ Из принципа суперпозиции поле от AB равно суммарному полю от AM и BM. В точке K они создают равное поле по X и противонаправленное и равное по модулю поле по y (AB сим. симметрии) $\Rightarrow$

β – угол в радианах

$\Rightarrow$ в точке K нет напряженности по y.

$X \perp AB$ (плоскость) $\Rightarrow$. Поле на ось, перпендикулярной плоской равномерно заряженной пластине равно $E_x = k\sigma\Omega$, где Ω – телесный угол, под которым пластину видно из K.

Пластина полностью закрывает двугранный угол AKB $\Rightarrow$ её телесный угол из K:

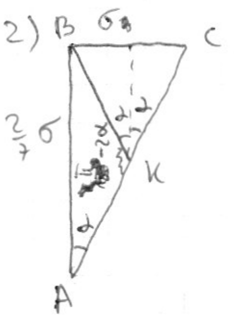
$\Omega = \frac{\beta}{2\pi}\cdot 4\pi = 2\beta \Rightarrow E_x = 2\beta k\sigma$; где β – угол, под которым видно пластину

1) При $\alpha = \frac{\pi}{4}$: $\frac{BC}{AB} = tg\frac{\pi}{4} = 1 \Rightarrow BC = AB \Rightarrow$ симметрия отн. $BK \Rightarrow$ ~~и~~ AB создаёт такое же по модулю поле, как и BC; при этом их поля перп-ны, т.к. $AB \perp BC \Rightarrow$

$\Rightarrow$ E_{AB} – поле от AB, E_{BC} – поле от BC ~~суммарное поле от 2 равн~~; $|E_{AB}| = |E_{BC}|$; $E_{AB} \perp E_{BC} \Rightarrow E_{сум} = \sqrt{|E_{AB}|^2 + |E_{BC}|^2} = \sqrt{2}\cdot|E_{BC}|$

$\frac{E_{сум}}{E_{BC}} = \sqrt{2}$

2)



$E_{BC} = 2\cdot 2\alpha\cdot k\sigma = 4\cdot\frac{1}{9}\pi\cdot k\sigma = \frac{4}{9}\pi k\sigma$; $E_{AB} = 2\cdot(\pi - 2\alpha)\frac{2}{7}\sigma = \frac{2}{7}\cdot\frac{14}{9}\pi k\sigma = \frac{4}{9}\pi k\sigma$

Итоговое поле: E_{AB}, E_{BC}

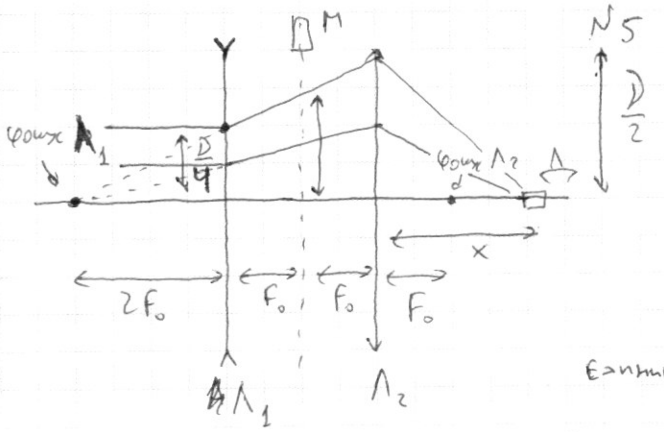
$E_{сум} = \sqrt{|E_{AB}|^2 + |E_{BC}|^2} = \frac{4\sqrt{2}}{9}\pi k\sigma$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$ 2) $\frac{4\sqrt{2}}{9}\pi k\sigma$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

№5



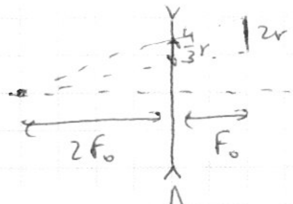
До мишени в $Л_1$ попадают лучи из круга радиуса $\frac{2F_0}{4F_0}\cdot\frac{D}{2}=\frac{D}{4}$ на $Л_2$ (из подобия). Остальные лучи пролетают мимо. Пусть мощность на единицу площади во влетающем пучке $æ$. Тогда в Д попадает $I_0 = æ\cdot\pi\left(\frac{D}{4}\right)^2 = æ\cdot\pi\frac{D^2}{16}$

(из $Л_2$ все лучи полетят в Д, так что потери мощности только на $Л_1$)

1) В $Л_2$ все лучи летят из фокуса $Л_1$, т.к. перед $Л_1$ все лучи пар-ны оси. Значит лучи летят с расстояния $4F_0$ от $Л_2$, а должны прилететь в детектор на x от $Л_2$.

$$\frac{1}{4F_0}+\frac{1}{x}=\frac{1}{F_0} \Rightarrow x=\frac{1}{\frac{4-1}{4F_0}}=\frac{4}{3}F_0$$

2) Вначале мишень закрывает лучи лишь часть своей площади (момент убывания I на графике), затем с момента τ_0 она отбрасывает тень на $Л_2$ всей площадью, и после t_1 ~~тень~~ тень начинает уменьшаться. Пусть r — радиус мишени.



Из подобия ~~тень отбрасываемая~~ проекция мишени на $Л_1$ имеет радиус $\frac{2}{3}r$ ⇒ площадь ~~тени~~ перекрытых лучей из-за мишени $\pi\cdot\left(\frac{2}{3}r\right)^2=\frac{4}{9}\pi r^2$

~~Площадь~~ Значит мишень перекрывает лучи мощностью $æ\cdot\frac{4}{9}\pi r^2$, $I \sim$ площади пучка ⇒ $\frac{I_1}{I_0}=\frac{\pi\cdot\frac{D^2}{16}-\frac{4}{9}\pi r^2}{\pi\cdot\frac{D^2}{16}}$ ⇒

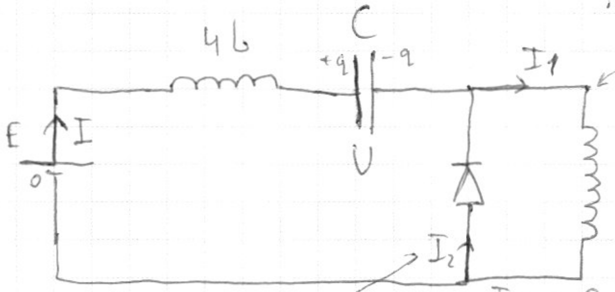
$$\Rightarrow \frac{7}{16}=1-\frac{64r^2}{9D^2} \Rightarrow \frac{r^2}{D^2}=\frac{9}{16}\cdot\frac{9}{64} \Rightarrow r=\sqrt{\frac{9^2}{4^2\cdot 8^2}}\,D=\frac{9}{32}D$$

Мишень полностью закрывает лучи, идущие на $Л_2$ за τ_0 ⇒ она проходит свой диаметр за τ_0 ⇒ $v=\frac{2r}{\tau_0}=\frac{9D}{16\tau_0}$

3) Время t_1 — время от начала закрывания лучей до начала выхода из области закрывания ⇒ это диаметр области, в которой M закрывает эти лучи. Из подобия она равна $D\cdot\frac{2F_0+F_0}{2F_0+2F_0}=\frac{3}{4}D$; $t_1=\frac{\frac{3}{4}D}{v}=\frac{4}{3}\tau_0$; Ответ: 1) $\frac{4}{3}F_0$ 2) $\frac{9D}{16\tau_0}$ 3) $\frac{4}{3}\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4



В отличии от других токов $I_2 \geq 0$ всегда

Падение напряжения на диоде:

$-(-\dot I_1 L) = \dot I_1 L$

Тогда $\dot I_1 \geq 0$ (т.к. в другую сторону диод открытый и не даёт напряжения)

В начале ~~...~~ $I_1 = I = I_2 = 0$; $U = 0$

~~Если в на...~~ Напряжение в контуре:

$E = 4L\dot I + U + 5L\dot I_1$; Если в начальный момент $\dot I_1 = 0$, то

Сохранение тока: $I + I_2 = I_1$ $\quad \dot I + \dot I_2 = 0 \Rightarrow \dot I = -\dot I_2 < 0$

$(I_2 = 0 \Rightarrow I_1 = I)$ $\quad 0 < E = \dot I \cdot 4L + 0 + 0 < 0$

Тогда изначально диод закрыт и $\quad$ противоречие $\Rightarrow \dot I_1 > 0$

есть контур из 2 катушек (которые соед-ны посл. $\Rightarrow$ их можно считать одной катушкой с $L_x = 4L + 5L = 9L$), конденсатора и батарейки. Диф. ур. схемы:

$E = U + 9L\dot I$ $\Rightarrow 0 = \dot U + 9L\ddot I$

$C\dot U = I$ $\Rightarrow C\cdot(-9L\ddot I) = I \Rightarrow \frac{I}{9LC} + \ddot I = 0 \Rightarrow I = \underbrace{I_x}_{\text{амплитуда}} \cdot \sin\left(\frac{t}{\sqrt{9LC}}\right)$ $\quad$ синус, т.к. в $t=0$: $I = 0$

$U = E - 9L\dot I = E - 9L\cdot I_x \frac{1}{\sqrt{9LC}}\cdot\cos\left(\frac{t}{\sqrt{9LC}}\right)$

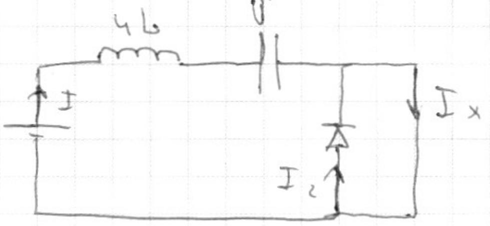
В момент $t = 0$: $U = 0 \Rightarrow E = 9L I_x \cdot \frac{1}{\sqrt{9LC}}\cdot\cos(0) \Rightarrow I_x = E\cdot\frac{1}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

Ур-я изменятся момент, когда $\dot I_1 = 0$; с этого момента I_1 не может уменьшаться $\Rightarrow$ I_1 станет константой, и ток потечёт через диод.

$\dot I_1 = \dot I = \frac{I_x}{\sqrt{9LC}}\cdot\cos\left(\frac{t}{\sqrt{9LC}}\right)$; $\dot I_1 = 0$ при $\frac{t}{\sqrt{9LC}} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{3}{2}\pi\sqrt{LC}$

$I_1 = I_x \cdot \sin\frac{\pi}{2} = I_x$

„Новый" контур можно представить так:



$$I + I_2 = I_x \Rightarrow I_x - I_2 = I$$

Заметим, что в LC контуре с источником среднее значение напряжения на конденсаторе – $\mathcal{E}$; при этом конденсатор сдвинут по фазе на $\frac{\pi}{2}$ отн. тока $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ в момент $\dot{I} = 0$ (максимум тока) $U = \mathcal{E}$. Т.е. при $\dot{I}_1 = 0$: $U = \mathcal{E}$

И в „новом" LC-контуре с индуктивность 4L в начальный момент $U = \mathcal{E} \Rightarrow I$ находится в максимуме $\Rightarrow$ амплитуда I (в новой схеме) равна I_x.

Это означает, что $I \leq I_x \Rightarrow I_x - I_2 \leq I_x \Rightarrow I_2 \geq 0 \Rightarrow$ схема не пытается создавать ток против диода $\Rightarrow$ такие колебания будут бесконечны.

„Новый" LC контур имеет индуктивность 4L, ёмкость C $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ ~~период~~ частота его колебаний $\omega = \frac{1}{\sqrt{4LC}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 4\pi\sqrt{LC}$

2) Контур, включавший L_1, и контур без него имеют одинаковую
3) амплитуду $I_x = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$. Значит $I_{01} = I_{02} = I_x$

Ответ: 1) $4\pi\sqrt{LC}$ 2) $\frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$ 3) $\frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

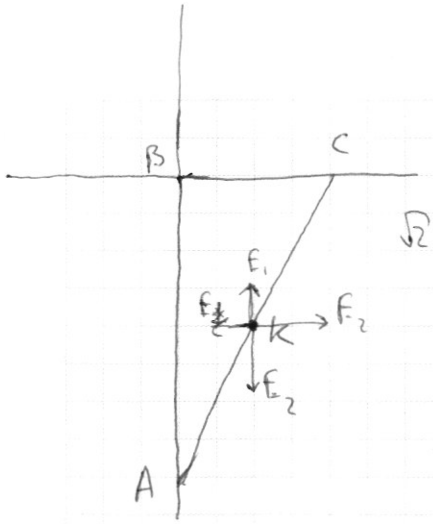
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

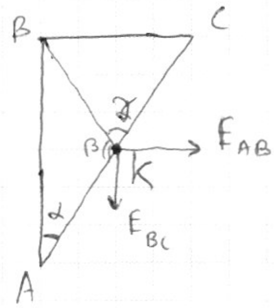
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

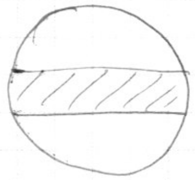


$\Omega(E_2 - E_1)$

$\sqrt{E_2^2 + E_1^2}$



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



$\gamma = 2\alpha$

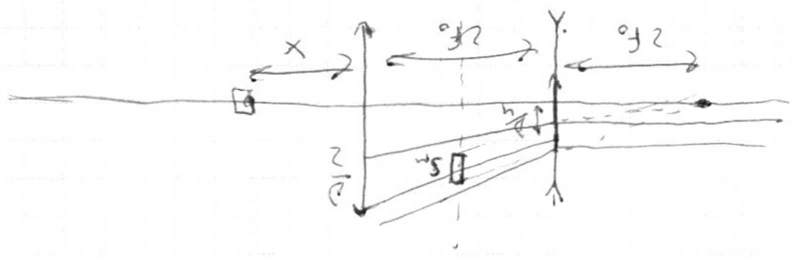
$\beta = \pi - 2\alpha$

$$\frac{\frac{\alpha}{2\pi}\cdot 4\pi R^2}{R^2} = 2\alpha \qquad 2\gamma = 4\alpha = \frac{4}{9}\pi$$

$E_{BC} = k\Omega\sigma = k\cdot\frac{4}{9}\pi\cdot\sigma$ $\qquad 2(\pi - 2\alpha) = 2\pi - 4\alpha = \frac{14}{9}\pi$

$E_{AB} = k\Omega\sigma = k\frac{14}{9}\pi\cdot\frac{2}{7}\sigma = \frac{4}{9}k\pi\sigma$

$E = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{4\sqrt{2}}{9}k\pi\sigma$

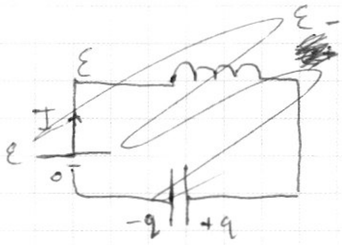


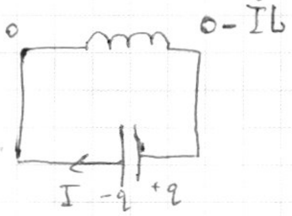
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

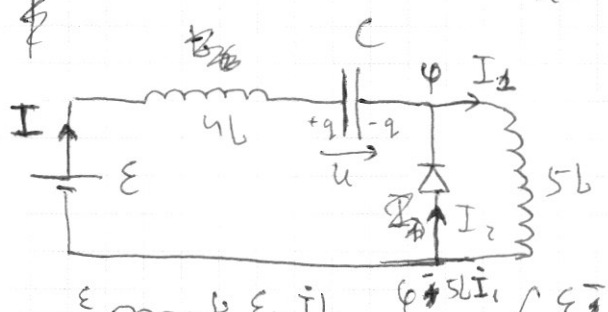
(Нумеровать только чистовики)





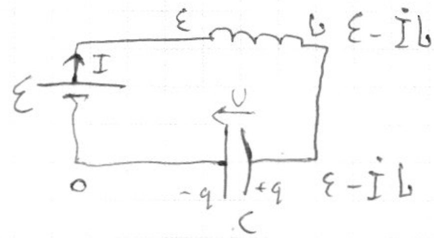
$$\begin{cases} U = -\dot{I}L \\ C\dot{U} = I \end{cases}$$

$\alpha = \frac{\pi}{4} = \frac{180^\circ}{4} = 45^\circ$;



$I_2 = 0$

$I = 0$



$$\begin{cases} \varepsilon - 4L\dot{I} - U - 5L\dot{I}_1 = 0 \\ I_2 + I = I_1 \Rightarrow I_1 - I \geq 0 \\ C\dot{U} = I \end{cases}$$

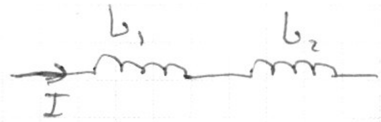
$U = \varepsilon - \dot{I}L \Rightarrow \dot{U} = -\ddot{I}L$

$C\dot{U} = I$

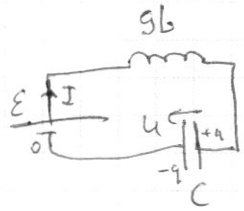
При $\dot{I}_1(0) = 0$: $I = -I_2 \Rightarrow \dot{I} < 0$

$\varphi - 5L\dot{I}_1$

$$\left.\begin{aligned} U_D &= -5L\dot{I}_1 \\ U_D &\leq 0 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \dot{I}_1 \geq 0$$



$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_1 &= -L_1\dot{I} \\ \varepsilon_2 &= -L_2\dot{I} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \varepsilon_{12} = -(L_1 + L_2)\dot{I}$$



$$\left.\begin{aligned} \varepsilon + (-9L\dot{I}) &= U \\ C\dot{U} &= I \end{aligned}\right\}$$

$\dot{U} = -9L\ddot{I}$

$\frac{I}{C} = -9L\ddot{I}$

$\sqrt{\frac{\dot{I}}{ILC}} = \sqrt{\frac{I}{U \cdot C}} = \sqrt{\frac{I}{q}}$

$\frac{I}{9LC} + \ddot{I} = 0$

$I = I_{0i} \sin\left(\frac{t}{\sqrt{9LC}}\right)$

$\dot{I} = I_{0i} \cos\left(\frac{t}{\sqrt{9LC}}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{9LC}}$

$t = \sqrt{9LC} \cdot \frac{\pi}{2}$

$U = \varepsilon - 9L\dot{I}$

$\varepsilon - 9LI_{0i} \cdot \frac{1}{\sqrt{9LC}} \cdot \cos\left(\frac{t}{\sqrt{9LC}}\right)$

$\dot{I}_1 = 0$

$I_x - I_2 = \dot{I}_2 = I_y \cos\left(\frac{t}{\sqrt{4LC}} + \varphi\right)$

$I_y \cdot \cos\left(\frac{\frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{9LC}}{\sqrt{4LC}} + \varphi\right) = I_x$

$U = \varepsilon - 4L\dot{I}_y = \varepsilon + 4LI_y \cdot \frac{1}{\sqrt{4LC}} \cdot \sin\left(\frac{t}{\sqrt{4LC}} + \varphi\right)$

$\sin\left(\frac{3}{4}\pi + \varphi\right) = 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{3\pi}{4}$

$U(0) = 0$

$\varepsilon - 9LI_x \cdot \frac{1}{\sqrt{9LC}} = 0$

$\sqrt{\frac{9L}{C}}$

$I_x = \sqrt{\frac{C}{9L}}\, \varepsilon$

$\sqrt{\frac{\varepsilon}{CI}} = \sqrt{\frac{\varepsilon^2}{qI}} = \sqrt{\frac{B^2}{A \cdot C \cdot \frac{A}{C}}}$

$U = \varepsilon$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(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

$V_1 \cdot \sin\alpha = V_2 \cdot \sin\beta \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{2/3}{3/5} = V_1 \cdot \frac{10}{9} \Rightarrow V_1 = \frac{9}{10} V_2$

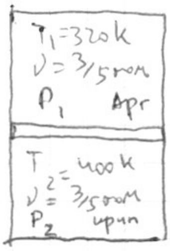
$V_1 \cdot \cos\alpha + U = V_2 \cdot \cos\beta - U$

$V_2 = \frac{10}{9} \cdot 18\frac{м}{с} = 20\frac{м}{с}$

$\frac{9}{10} V_2 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} + 2U = V_2 \cdot \frac{4}{5} \Rightarrow 2U = \cancel{V_1 \frac{10}{9} \frac{4}{5}}$

$2U = V_2\left(\frac{4}{5} - \frac{9\sqrt{5}}{30}\right) \Rightarrow U = \frac{1}{2} V_2 \cdot \frac{24 - 9\sqrt{5}}{30} = \cancel{20} \frac{24 - 9\sqrt{5}}{3}\frac{м}{с} = 8 - 3\sqrt{5}\frac{м}{с}$

№2



$P_1 V_1 = \nu T_1 R \Rightarrow V \sim T$

$\frac{V_{Ar}}{V_{крип}} = \frac{T_{Ar}}{T_к} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5}$

$E_1 = \frac{3}{2}\nu R T_1$ | $E_{1к} = \frac{3}{2}\nu R T_к$

$E_2 = \frac{3}{2}\nu R T_2$ | $E_{2к} = \frac{3}{2}\nu R T_к$

$\times \; 831$
$\quad 36$
4986
2493
29916

$T_к = \frac{1}{2}(T_1 + T_2) = 360°C$

$\Delta E = E_2 - E_{2к} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_к) = \frac{3}{2}\nu R \cdot 40°C = \frac{3}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 40 =$

$= 36 \cdot 8{,}31 = 29916$ Дж $= 30$ кДж

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)