

Особенности заданий ЕГЭ

Электромагнитные
колебания и волны

Из теории вопроса

- Колебательный контур – вид колебательной системы – устройство состоящее из конденсатора и катушки индуктивности.
- Идеальный колебательный контур-колебательный контур, активное сопротивление которого равно нулю.

- Полная энергия колебательного идеального контура сохраняется, так как нет потерь энергии, связанных с превращением части этой энергии в тепловую.
- $W = Li^2/2 + q^2/2C$ - полная энергия колебательного контура в произвольный момент времени

Способы возбуждения колебаний

- 1. Зарядив конденсатор. При замыкании ключа возникнет ток через катушку, направленный от положительной пластины к отрицательной. Заряд конденсатора и его энергия будут уменьшаться. Энергия электрического поля конденсатора будет переходить в энергию магнитного поля катушки. Когда конденсатор полностью разрядится, сила тока станет максимальной.

- Движение электронов приведет к перезарядке конденсатора: переход энергии магнитного поля катушки в энергию электрического поля конденсатора. Дальше процесс будет продолжаться, но ток пойдет в другую сторону.
- 2. Возбудив в контуре ЭДС самоиндукции, процесс будет происходить аналогично, но начиная с перехода магнитного поля катушки в электрическую.

Колебания в контуре гармонические.

- Период колебаний- минимальный промежуток времени через который все процессы в контуре повторяются.
- $T=2\pi\sqrt{LC}$ формула Томсона
- Частота колебаний – число колебаний в единицу времени
- $n=1/T=1/2\pi\sqrt{LC}$
- Циклическая частота-количество колебаний за 2π секунд $\omega = 2\pi/T$

- Фаза колебаний
- $\varphi = \omega t + \varphi_0$, где φ_0 – начальная фаза колебаний
- Она возникает только в том случае, если отсчет времени начинается позже начала колебаний.

- Если закон изменения заряда на обкладках конденсатора имеет вид
- $q(t) = q_m \cos \omega t$,
- То $i(t) = q'(t) = -q_m \omega \sin \omega t = -I_m \sin \omega t$
- $U(t) = q(t)/C = q_m/C \cos \omega t = u_m \cos \omega t$
- $\varepsilon(t) = -u(t) = -u_m \cos \omega t = -\varepsilon_m \cos \omega t$
- Частота изменения всех величин одинакова

- Энергия контура в произвольный момент времени $W = Li^2/2 + g^2/2C = \text{const}$
- Тогда $gm = Im\sqrt{LC} = Im\omega$
- Зависимость энергии от времени
- $W = g^2(m)/2C = g^2m/2C\cos^2\omega t$
- $W_M = Li^2(t)/2 = Li^2m\sin^2\omega t = W\sin^2\omega t$

Задача

- В процессе колебаний заряд на обкладках конденсатора идеального контура в момент времени t равен $4 \cdot 10^{-8}$ К, а сила тока в катушке $i = 3$ мА, период колебаний $T = 6,3 \cdot 10^{-4}$ сек. Найдите амплитуду заряда.

Анализ физической ситуации

- Мгновенные значения силы тока в катушке и заряда на обкладках конденсатора связан с амплитудой заряда законом сохранения энергии

- $W = \frac{g^2}{2C} + \frac{Li^2}{2} = \frac{g^2}{2C} = \frac{Li^2}{2}$
- Домножим на $2C$, получим
- $g^2 m = g^2 + CLi^2$

- Произведение емкости конденсатора на индуктивность катушки можно выразить через период из формулы Томсона

- $T = 2\pi\sqrt{LC}$
- Откуда
- $CL = T^2 / 4\pi^2$

- Объединив уравнения подставим значения и произведем расчет

- $g^2 m = g^2 + T^2 / 4\pi^2 i^2$
тогда
- $gm = \sqrt{g^2 + T^2 i^2 / 4\pi^2}$ и произвести расчет

