



# ЕЛЕКТРОМАГІТНІ КОЛИВАННЯ.

## Електричний коливальний контур.

## Коливальний контур.

Презентація  
Арнаутової Валерії,  
Джунь Диани  
Учениц 9-А

# ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОЛИВАННЯ

- **Електромагнітні коливання** — це періодичні перетворення енергії електричного поля на енергію магнітного поля і навпаки, які супроводжуються повторюваною зміною параметрів електричного кола (заряду, напруги, сили струму). Електричне коло, в якому можуть відбуватись такі перетворення енергії, називається коливальним контуром.
- Дана формула вивів англійський фізик:



# ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОЛИВАННЯ

# Перетворення енергії в коливальному контурі. Коливальний контур

- **Коливальний контур** - електричне коло, що складається з послідовно з'єднаних котушки і конденсатора. Якщо конденсатору надати заряд, а потім з'єднати його пластини з кінцями котушки, то в коливальному контурі виникнуть періодичні зміни заряду ( $q$ ) та напруги ( $U$ ) на конденсаторі, а також сили струму ( $I$ ) в котушці.
- **Перетворення енергії в коливальному контурі**  
Фізичні процеси, що відбуваються в коливальному контурі, супроводжуються безперервними перетвореннями одного виду енергії в інший, а саме: енергія електричного поля конденсатора перетворюється в енергію магнітного поля котушки і навпаки. При цьому, в повній відповідності з законом збереження і перетворення енергії, повна енергія в коливальному контурі залишається величиною сталою. Повна енергія ( $W$ ) дорівнює максимальній електричній ( $W_{e.\max}$ ) або максимальній магнітній енергії ( $W_{m.\max}$ ) або сумі електричної ( $W_e$ ) і магнітної енергії ( $W_m$ ) в будь-який момент часу.

# Перетворення енергії в коливальному контурі. Коливальний контур

- Формула Томсона - формула, що зв'язує період ( $T$ ) власних електричних коливань в контурі з його ємністю ( $C$ ) і індуктивністю ( $L$ ). Період ( $T$ ) власних електричних коливань в контурі прямо пропорційний кореню квадратному з індуктивності  $L$  і ємності  $C$ .

Період вільних коливань в контурі зростає із зростанням індуктивності котушки і ємності конденсатора. Чим більше  $L$ , тим повільніше струм наростає і повільніше падає до нуля, а чим більше  $C$ , тим більший час потрібен для перезарядки конденсатора.

Циклічна частота  $\omega_0$  називається власною частотою електромагнітних коливань, вона залежить лише від параметрів коливального контуру, а саме - від ємності конденсатора ( $C$ ) і індуктивності котушки ( $L$ ). Вона обернено пропорційна кореню квадратному з індуктивності ( $L$ ) і ємності ( $C$ ).

# Коливальний контур

$q$  — заряд у момент часу, [Кл];

$q_{\max}$  — амплітуда коливань заряду, [Кл];

$\omega$  — циклічна частота, [рад/с];

$i$  — сила струму в момент часу  $t$ , [А];

$I_{\max}$  — амплітуда коливань сили струму, [А];

$u$  — напруга в момент часу  $t$ , [В];

$U_{\max}$  — амплітуда коливання напруг, [В].

# Найпростіший коливальний контур

- Будь-який коливальний контур складається з конденсатора й котушки індуктивності. Розглянемо його роботу на досліді. Для цього зберемо коло за схемою (рис. а). Спочатку конденсатор одержує енергію від джерела постійного струму. При цьому верхня пластина заряджається позитивно, а нижня негативно — на ній накопичується надлишок електронів. Перемкнімо конденсатор на котушку індуктивності (рис. б). Надлишок електронів з нижньої пластини конденсатора перекинеться через котушку до верхньої пластини, і в колі виникне наростаючий електричний струм. У результаті цього котушка стає електромагнітом і створює навколо себе магнітне поле.

# Найпростіший коливальний контур

- Через явище самоіндукції після розрядження конденсатора струм не припиниться миттєво, а буде продовжувати текти ще якийсь час у тому самому напрямку, знову заряджаючи пластини конденсатора. Після цього весь процес повториться в протилежному напрямку, і коливальний контур повернеться у вихідний стан.

Описаний процес перезарядження конденсатора через котушку повторюється через рівні проміжки часу. При цьому періодично змінюються значення електричного заряду конденсатора, напруги на ньому й сили струму в контурі.

Періодичні зміни електричного заряду, сили струму й напруги в колі називають електромагнітними коливаннями.

За відсутності втрат енергії в контурі електромагнітні коливання будуть гармонічними, тобто значення електричного заряду, сили струму й напруги в колі змінюватимуться за законом синуса або косинуса.

Використовуючи формулу Томсона, можна визначити власну частоту коливань коливального контуру



# Перетворення енергії в коливальному контурі

- Зарядження конденсатора аналогічне відхиленню пружинного маятника від положення рівноваги, а енергія електричного поля зарядженого конденсатора — потенціальної енергії деформованої пружини.
- Якщо конденсатор заряджений до напруги  $U_m$ , то його заряд буде дорівнює  $q_m = CU_m$ . У цьому стані енергія електричного поля максимальна й дорівнює
- Цей стан еквівалентний стану пружинного маятника, коли пружину розтягли на  $x$  й передали механічній коливальній системі потенціальну енергію
- Коли конденсатор повністю розрядиться, енергія магнітного поля максимальна й дорівнює
- Цей стан еквівалентний стану пружинного маятника, коли вантаж на пружині в положенні рівноваги має максимальну швидкість. Кінетична енергія маятника при цьому дорівнює
- Коли сила струму зменшиться до нуля, конденсатор виявиться перезарядженим. Якщо втрат енергії в контурі немає, напруга й заряд конденсатора дорівнюватимуть початковим. Під час колювання вантажу на пружині цьому моменту відповідає його зупинка в крайньому верхньому положенні, коли потенціальна енергія максимальна.



# Перетворення енергії в коливальному контурі

- Потім конденсатор почне знову розряджатися й у контурі виникне струм зворотного напрямку, енергія електричного поля зарядженого конденсатора буде зменшуватися, а магнітного — зростати. У певний момент часу конденсатор розрядиться, сила струму й енергія магнітного поля досягнуть максимальних значень. Це відповідає проходженню вантажем положення рівноваги.
- Необхідно підкреслити ще раз, що максимальна енергія, накопичена в конденсаторі, під час коливань перетворюється в енергію магнітного поля котушки. Процес перетворення одного виду енергії в інший триватиме доти, доки в колі відбуватимуться коливання.