# Лекція 18

## Збудження об’ємних резонаторів.

1. **Доведемо ортонормованість власних функцій резонатора.**

, , бо задача про власні коливання розв’язується без струмів. Для другого коливання: .

,

.

Проінтегрувавши обидві рівності по всьому об’єму та врахувавши властивості  векторного добутку, отримаємо:

,

.

Враховуючи, що  та позначивши  маємо лінійну однорідну систему відносно  з коефіцієнтами  та :

. Система має нетрівіальні розв’язки якщо ; . Тоді , тобто . Таким чином маємо ортонормованість власних функцій резонатора з нормою , яку легко знайти.

1. **Знайдемо поля  та  всередині резонатора при наявності струмів.**

 - рівняння Максвела.

*Псевдовектор* в математиці – вектор, що змінює свій напрямок при інверсії системи координат (напрямок, векторний добуток). У фізиці псевдовектор змінює напрямок при інверсії часу . Наприклад, при інверсії часу електрон починає обертатися в протилежному напрямку, а відповідно змінює і напрямок МП.

Таким чином, МП – псевдовектор, ЕП – вектор. Звідси можна зробити висновок, що гамільтоніан не може містити  (щоб він був інваріантний до інверсії часу). Ще один висновок – що немає *магнітного п’єзоефекту*.

Існує іще одна класифікація:



*соленоїдальні та потенціальні.*

Потенціальний (поздовжній):

 - немає вихорів.

Соленоїдальний (поперечний):



 - немає вузлів.

Записавши  ми зробили помилку, бо не врахували потенційні поля, пов’язані з електростатичними полями зарядів, що збуджують струми.

Отже, , , де , . Взагалі то, , бо магнітних зарядів не існує. Проте, є припущення про існування магнітних зарядів – *монополь Дірака*; тоді .

,

.

Підставимо в рівняння Максвела: . Прирівнявши відповідні коефіцієнти при базисних функціях  та , одержимо  - з рівняння а). Оскільки , то .

. ; .

Таким чином, для гармонічних полів: . Тоді . Використаємо , . ,  бо . Таким чином, довели строге рівняння Пуансона для електростатичної частини полів.

Проінтегруємо  по , попередньо помноживши на :





.

В результаті отримаємо: , маємо систему двох рівнянь з двома невідомими. Амплітуда .

Ми отримали формулу для резонансного збудження. Тут не враховано *дисипацію*, тому можливо . Якщо дисипацію врахувати наступним чином: , то отримаємо Лоренцівську резонансну криву: .