

ВІДКРИТТЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ

ПРЕЗЕНТАЦІЯ 11-А КЛАСУ
ШВЕЦЯ МАКСИМА І ПИВОВАРЧУКА ВАДИМА

РІВНЯННЯ МАКСВЕЛЛА

Існування електромагнітних хвиль – змінного електромагнітного поля, яке поширюється в просторі з кінцевою швидкістю, – впливає з рівнянь Максвелла. Рівняння Максвелла сформульовані ще в 1865 р. на основі узагальнення емпіричних законів електричних і магнітних явищ і розвитку ідеї Фарадея. Вирішальну роль для підтвердження теорії Максвелла зіграли досліди Герца (1888), які довели, що електричні й магнітні поля дійсно поширюються у вигляді хвиль, властивості яких повністю описується рівняннями Максвелла. В інтегральній формі рівняння Максвелла мають вигляд:

РІВНЯННЯ МАКСВЕЛЛА

$$\oint_L \mathbf{E} d\mathbf{l} = - \oint_S \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} d\mathbf{S}; \quad (1)$$

$$\oint_S \mathbf{E} d\mathbf{S} = \frac{1}{\epsilon \epsilon_0} \int_V \rho dV; \quad (2)$$

$$\oint_L \mathbf{H} d\mathbf{l} = \oint_S \left(\mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \right)_n d\mathbf{S}; \quad (3)$$

$$\oint_S \mathbf{B} d\mathbf{S} = 0. \quad (4)$$

РІВНЯННЯ МАКСВЕЛЛА

З цих рівнянь можна зробити кілька важливих висновків:

(1) змінне магнітне поле $\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$ є причиною виникнення в просторі вихрового електричного поля;

(2) причиною виникнення статичного електричного поля є наявність у просторі статичних

електричних зарядів $\int_V \rho dV$;

(3) струм провідності $\mathbf{j} dS$ і струм зміщення $\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} dS$ є причиною виникнення в просторі

вихрового магнітного поля;

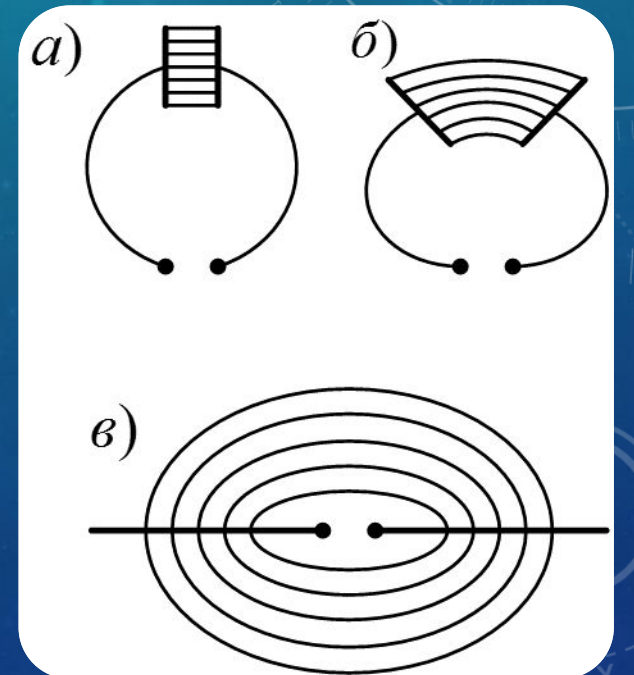
(4) магнітних зарядів в природі не існує.

РІВНЯННЯ МАКСВЕЛЛА

Джерелом електромагнітних хвиль може бути будь-який електричний коливальний контур або провідник, по якому тече змінний електричний струм, оскільки для утворення електромагнітних хвиль необхідно створити в просторі змінне електричне поле (струм зміщення) (3), або відповідно змінне магнітне поле (1). Випромінююча здатність джерела електромагнітних хвиль визначається його формою, розмірами і частотою коливань. Щоб випромінювання було помітним, необхідно збільшити об'єм простору, у якому створюється змінне електромагнітне поле. Тому для одержання електромагнітних хвиль непридатні закриті коливальні контури, так-як в них електричне поле зосереджене між обкладками конденсатора, а магнітне – усередині котушки індуктивності.

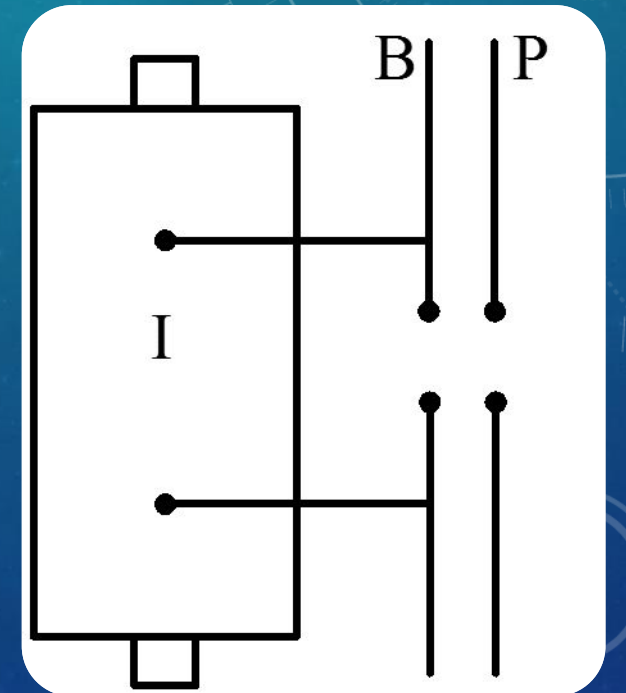
ДОСЛІДИ ГЕРЦА

Герц у своїх дослідах, зменшуючи число витків котушки і площу пластин конденсатора, а також розсовуючи їх (рис. а, б), здійснив перехід від закритого коливального контуру до відкритого коливального контуру (вібратора Герца), який складається з двох стрижнів, розділених іскровим проміжком (рис. в). Якщо в закритому коливальному контурі змінне електричне поле зосереджене усередині конденсатора (рис. а), то у відкритому – воно заповнює навколишній простір (рис. в), що істотно підвищує інтенсивність електромагнітного випромінювання. Коливання в такій системі підтримуються за рахунок джерела е.р.с., увімкненого до обкладок конденсатора, а іскровий проміжок застосовується для того, щоб збільшити різницю потенціалів, до якої в початковий момент часу заряджаються обкладки конденсатора.



ДОСЛІДИ ГЕРЦА

- Для утворення електромагнітних хвиль вібратор Герца В під'єднували до індуктора І (рис. 2). Коли напруга на іскровому проміжку досягала пробивного значення, виникала іскра, яка замикала обидві половини вібратора, і у вібраторі виникали вільні затухаючі коливання. При зникненні іскри контур розмикався і коливання припинялися. Потім індуктор знову заряджав конденсатор, виникала іскра й у контурі знову спостерігалися коливання, і т.д. Для реєстрації електромагнітних хвиль Герц використовував інший вібратор, який був названий резонатором Р, що мав таку ж частоту власних коливань, як і випромінюючий вібратор. Коли електромагнітні хвилі досягали резонатора, то в його зазорі виникала електрична іскра.



ХВИЛІ

- Електромагнітні хвилі, які мають досить широкий діапазон частот (або довжин хвиль $\lambda = c/\nu$, де c - швидкість електромагнітних хвиль у вакуумі), відрізняються одна від одної за способам їх генерації і реєстрації, а також за своїми властивостями. Тому електромагнітні хвилі поділяються на кілька видів: радіохвилі, світлові хвилі, рентгенівське і γ -випромінювання (табл.). Слід зазначити, що межі між різними видами електромагнітних хвиль досить умовні.

Вид випромінювання	Довжина хвилі, м	Частота, Гц	Джерело випромінювання
Радіохвилі	$10^3 - 10^4$	$3 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^{12}$	Коливальний контур Вібратор Герца
Світлові хвилі: - інфрачервоне випромінювання.	$5 \cdot 10^{-4} - 8 \cdot 10^{-7}$	$6 \cdot 10^{11} - 3,7 \cdot 10^{14}$	Ламповий генератор Лампи Нагріті тіла
- видиме світло	$8 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{14} - 7,5 \cdot 10^{14}$	
- ультрафіолетове випромінювання	$4 \cdot 10^{-7} - 10^{-9}$	$7,5 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{17}$	Лазери
Рентгенівське випромінювання	$2 \cdot 10^{-9} - 6 \cdot 10^{-12}$	$1,5 \cdot 10^{17} - 5 \cdot 10^{19}$	Рентгенівські трубки Радіоактивність
Гамма-випромінювання	$< 6 \cdot 10^{-12}$	$> 5 \cdot 10^{19}$	Космічне випромінювання