

Física Moderna I

Aula 02

Marcelo G Munhoz
Edifício HEPIIC, sala 212, ramal 916940
munhoz@if.usp.br

A Física no final do século XIX

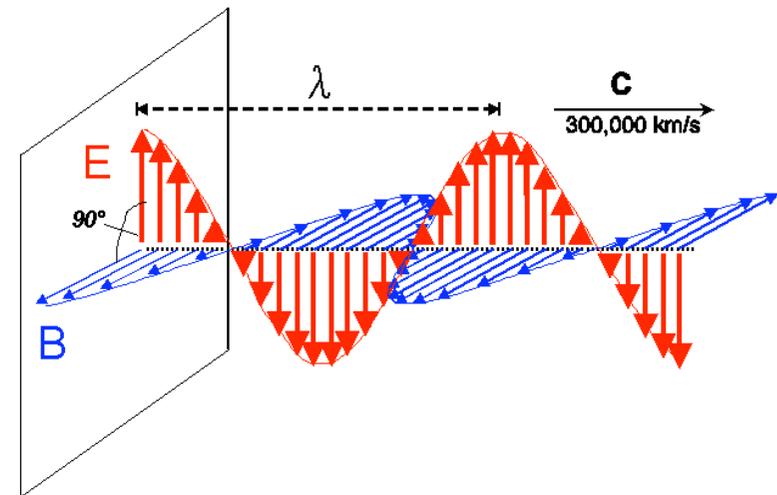
- Eletromagnetismo × Óptica:
 - uma das grandes unificações da física
 - a “aparente” resolução de um problema que durou séculos: a natureza da luz

Natureza da luz: onda ou partículas?

- Polêmica que envolveu grandes físicos e durou vários séculos
- Newton acreditava que a luz constituía-se de feixes de corpúsculos que se deslocam no vácuo em linha reta
- Christiaan Huygens era um dos que defendia a idéia de que a luz era uma onda se propagando em algum meio (qual?)
- Somente no século XIX, com experimentos de Young e Fresnel sobre a interferência e difração da luz é que a natureza ondulatória prevaleceu

Ondas eletromagnéticas

- James Clerk Maxwell estuda o efeito de correntes oscilantes em circuitos
- Essas correntes geram campos elétricos e magnéticos que variam com o tempo



🌀 Simulação de ondas eletromagnéticas

Equações de Maxwell

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad \vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \cdot \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

- Unificou efeitos elétricos e magnéticos
- Ondas eletromagnéticas tem o mesmo comportamento que a luz!

Ondas eletromagnéticas

- Equação das ondas eletromagnéticas:

$$\nabla^2 \vec{E} - \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0$$

$$\nabla^2 \vec{B} - \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} = 0$$

- que são equivalentes a equação de uma onda genérica:

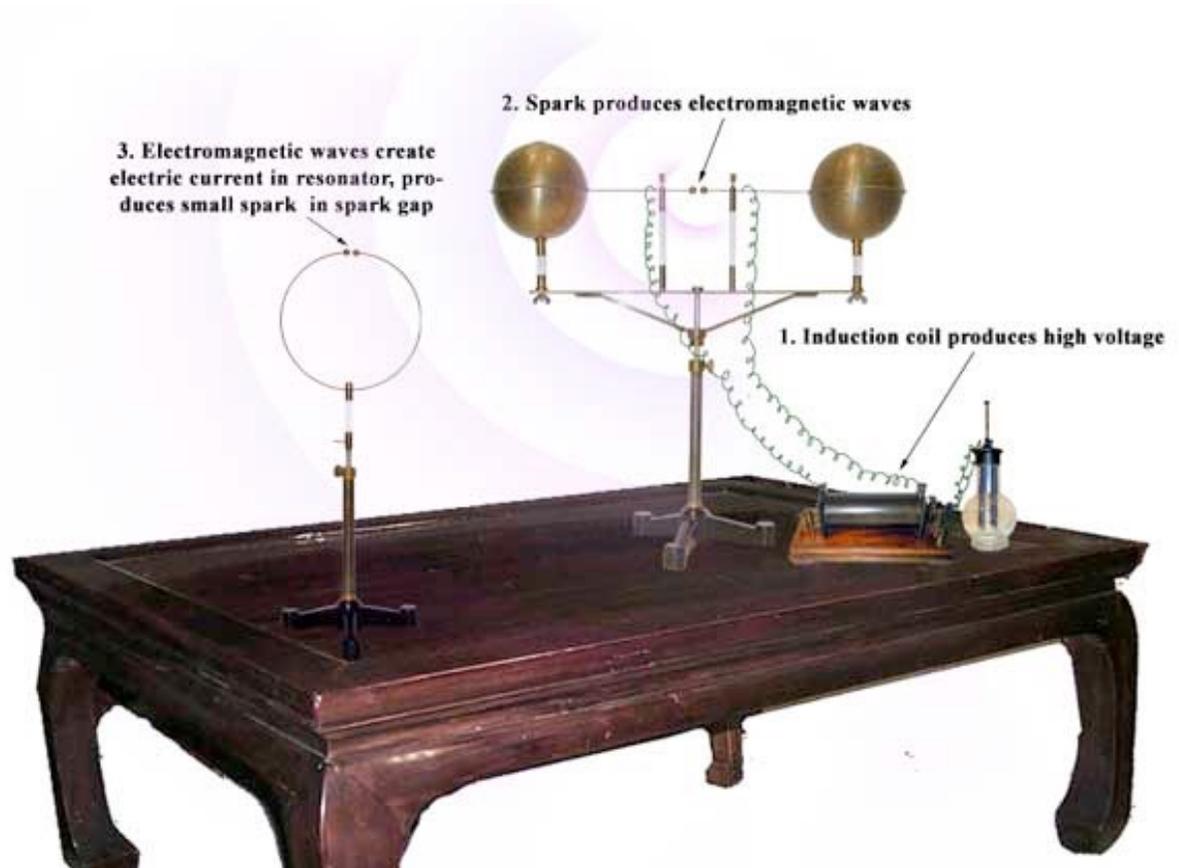
$$\nabla^2 \Psi(\vec{r}, t) - \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \Psi(\vec{r}, t)}{\partial t^2} = 0$$

Ondas eletromagnéticas

- A velocidade das ondas eletromagnéticas é dada por $v = \sqrt{1/\mu_0\epsilon_0} = c$, ou seja, a velocidade da luz
- A energia (intensidade) da onda eletromagnética é proporcional ao quadrado da amplitude
- O “princípio da superposição” leva ao fenômeno da interferência

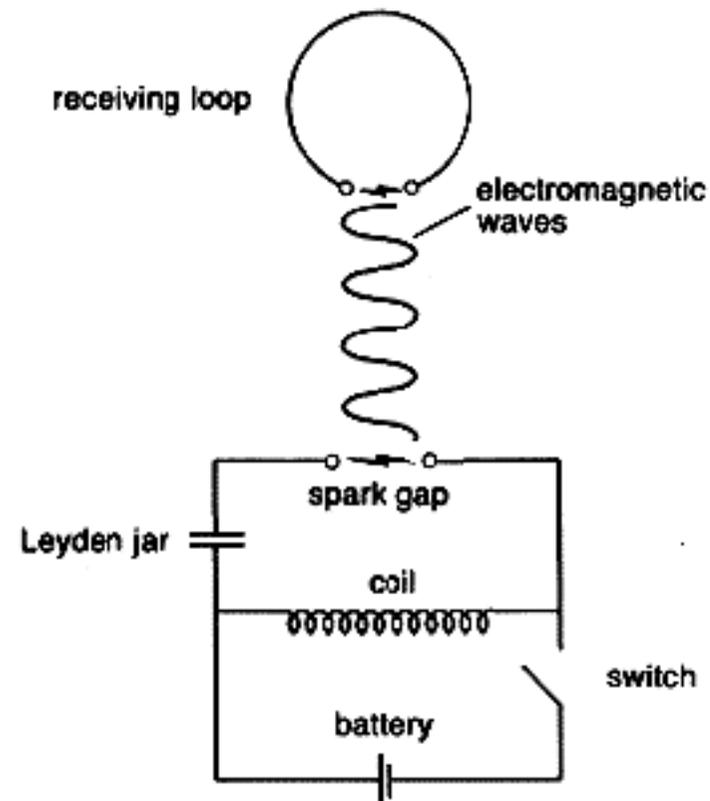
Existem essas ondas?

- Heinrich Hertz elabora experimentos para testar essa teoria (1887)



Existem essas ondas?

- Heinrich Hertz elabora experimentos para testar essa teoria (1887)



Existem essas ondas?

- Heinrich Hertz elabora experimentos para testar essa teoria (1887)



É essencial que as superfícies dos pólos do arco de faíscas sejam constantemente polidas

Radiação Eletromagnética

- Tanto a teoria como os experimentos indicam que a radiação eletromagnética tem uma natureza ondulatória, isto é, são ondas eletromagnéticas
- Porém, esse não é o fim da história!
- Veremos que essa última observação de Hertz está relacionada com uma natureza mais complexa das radiações eletromagnéticas