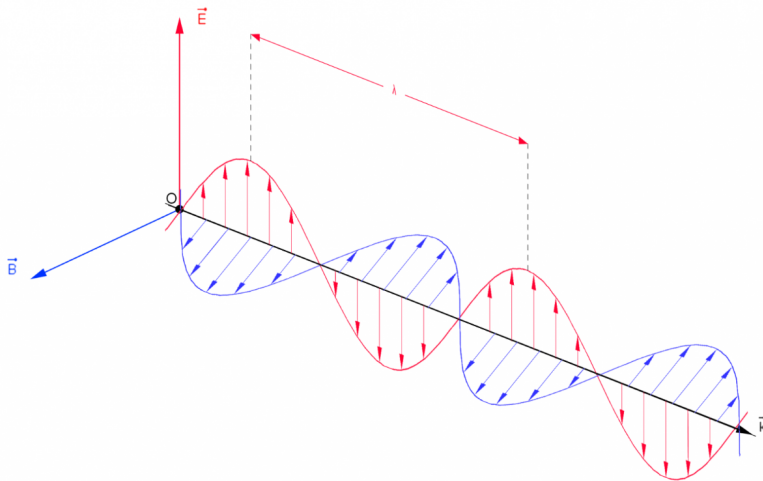


ONDE ELETTROMAGNETICHE

Introduzione

Onde elettromagnetiche



Onde elettromagnetiche

- 1 In ogni istante **E** e **B** sono **perpendicolari**
- 2 In ogni istante **E** e **B** sono in **fase**
- 3 In ogni istante **E** e **B** sono perpendicolari alla direzione di propagazione; le onde elettromagnetiche sono (**trasversali**)
- 4 Relazione tra le intensità di **E** e **B**: $E = cB$

Produzione di onde elettromagnetiche

Cariche elettriche accelerate producono onde elettromagnetiche.

Il primo esperimento di **produzione e osservazione** di onde elettromagnetiche fu eseguito nel **1887** dal fisico tedesco **Heinrich Hertz**.

Egli trasferì energia da un circuito LC ad un altro simile, posto ad alcuni metri di distanza. Il primo circuito produceva onde elettromagnetiche che si propagavano fino al secondo circuito, con velocità pari a

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad (\text{velocità della luce}).$$

Onde elettromagnetiche e comunicazioni

Il trasferimento di energia evidenziava i fenomeni tipici delle onde (riflessione, rifrazione, diffrazione, polarizzazione, ...).

- Nel 1896 **Guglielmo Marconi** brevettò il suo primo apparecchio mediante il quale le onde elettromagnetiche venivano utilizzate per le comunicazioni, senza usufruire dei fili di cui necessitava il telegrafo.
- Nel **1901** ricevette sull'isola canadese di Terranova, un segnale radio proveniente dalla Cornovaglia (Inghilterra).

Densità di energia

Le onde elettromagnetiche si trasmettono (anche) nel vuoto. La sensazione di calore che proviamo sulla pelle in una giornata di sole è dovuta all'energia trasportata dalle onde elettromagnetiche provenienti dal Sole.

La **densità totale** di energia di un'onda elettromagnetica è

$$u = \underbrace{\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2}_{\text{densità di energia di } E} + \underbrace{\frac{1}{2\mu_0} B^2}_{\text{densità di energia di } B}$$

Densità di energia

Utilizzando le uguaglianze: $E = cB$, $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$ si dimostra che

$$\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2\mu_0} B^2$$

cioè, la **densità di energia elettrica è uguale alla densità di energia magnetica**. Segue

$$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 + \frac{1}{2\mu_0} B^2 = \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{\mu_0} B^2$$

- La densità di energia si misura in joule/m^3

Densità di energia

Poiché E e B variano in modo sinusoidale il loro valor medio è zero, per ottenere la **densità di energia media** bisogna ricorrere ai valori efficaci di E e B :

$$u_{\text{media}} = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E_{\text{eff}}^2 + \frac{1}{2\mu_0} B_{\text{eff}}^2 = \varepsilon_0 E_{\text{eff}}^2 = \frac{1}{\mu_0} B_{\text{eff}}^2$$

dove $E_{\text{eff}} = \frac{E_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$, $B_{\text{eff}} = \frac{B_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$.

Spettro elettromagnetico

