

Incontriamo la Fisica: l'Elettromagnetismo

Stefano Spagocci, GACB

Le Prime Osservazioni

- I fenomeni elettrici e magnetici hanno sempre attirato l'uomo.
- Tuttavia solo nell'800 si è colto il nesso tra le due classi di fenomeni.

Le Prime Osservazioni

- Fenomeni elettrici: un pezzo di ambra, strofinato, può attrarre piccoli corpi (electron=ambra).
- Fenomeni magnetici: un pezzo di magnetite attrae altri pezzi metallici (bussola attratta dal campo magnetico terrestre).

Le Prime Osservazioni

- Fenomeni elettrici: due diverse polarità, cariche identiche si respingono, cariche opposte si attraggono.
- Fenomeni magnetici: stessa dinamica ma in un magnete coesistono due poli che non si possono separare.

Legame tra i due Fenomeni

- Nell'800 si scoprì che elettricità e magnetismo sono legati.
- Scoperte sperimentali che apriranno però la strada ad importanti sviluppi teorici.

Elettricità -> Magnetismo

- Consideriamo un filo in cui sia fatta scorrere una corrente.
- Si trova sperimentalmente che la corrente induce un campo magnetico (ad es. devia l'ago di una bussola)

Magnetismo -> Elettricità

- Consideriamo una spira di filo collegata ad un amperometro.
- Si trova sperimentalmente che, se si avvicina o allontana una calamita, nella spira si genera una corrente.

Legame tra i due Fenomeni

- Supponiamo che un filo percorso da corrente generi nello spazio un oggetto detto "campo elettrico".
- Analogamente, un magnete genera nello spazio un oggetto detto "campo magnetico".

Legame tra i due Fenomeni

- Un campo elettrico variabile induce quindi un campo magnetico variabile.
- D'altra parte, un campo magnetico variabile genera un campo elettrico variabile.

Onde Elettromagnetiche

- Ma allora possiamo pensare che il processo non richieda necessariamente fili e calamite.
- Se genero cioè un campo elettrico variabile nello spazio, esso genera un campo magnetico variabile e così via.

Onde Elettromagnetiche

- Si genera allora quella che sarà chiamata un'onda elettromagnetica (γ , X, UV, visibile, IR, radio).
- Un'onda elettromagnetica è composta da un campo elettrico ed un campo magnetico che vibrano perpendicolarmente.

Equazioni di Maxwell

- Il grande fisico scozzese Maxwell scrisse un sistema di 4 equazioni che traducono in matematica quanto detto prima.
- Elaborando matematicamente le equazioni di Maxwell, si ha la previsione dell'esistenza di onde elettromagnetiche.

Equazioni di Maxwell

- $\text{div } D = \rho$
- $\text{rot } E = - \partial B / \partial t$
- $\text{div } B = 0$
- $\text{rot } H = J + \partial D / \partial t$

Equazioni di Maxwell

- Le equazioni di Maxwell sono tra le scoperte più importanti di tutta la fisica.
- Tutti i fenomeni elettromagnetici sono compendati in 4 semplici equazioni.

Conseguenze Sperimentali

- Le onde elettromagnetiche furono scoperte ed utilizzate per radio, radar, TV.
- L'elettromagnetismo è poi alla base dello spettacolare sviluppo dell'elettronica.

Conseguenze Teoriche

- Le onde elettromagnetiche sono delle increspature come le onde nell'acqua?
- Ma increspature di che cosa, di quale mezzo?

Conseguenze Teoriche

- Maxwell pensava che le onde elettromagnetiche fossero increspature di una sostanza detta "etere".
- Si dimostrò poi sperimentalmente che l'etere non esiste e fu l'inizio della relatività.

Conseguenze Teoriche

- Altri esperimenti dimostrarono che il campo elettromagnetico è un insieme di particelle (fotoni).
- Questa osservazione fu l'inizio della meccanica quantistica.

Conseguenze Teoriche

- Quella elettromagnetica fu la prima delle unificazioni tra le forze in natura e diede origine alla teoria dei campi.
- Ora la teoria dei campi ha unificato le forze elettromagnetiche con quelle deboli e forse con quelle forti.

Conclusioni

- L'elettromagnetismo ha importanza applicativa enorme (elettronica).
- A livello teorico ha un'uguale importanza, avendo dato origine a relatività, meccanica quantistica e teoria dei campi.