

Sintesi del capitolo

L'elettrostatica studia i fenomeni associati alle cariche elettriche ferme e le interazioni che esse esercitano nello spazio circostante. I fenomeni elettrici erano già noti nell'antichità: strofinando materiali come vetro, ambra o plastica si osserva la capacità di attrarre piccoli oggetti leggeri. Questi fenomeni si spiegano introducendo il concetto di carica elettrica.

Esistono due tipi di carica, positiva e negativa: cariche dello stesso segno si respingono, mentre cariche di segno opposto si attraggono. Un corpo è elettricamente neutro quando contiene quantità uguali di carica positiva e negativa.

La forza elettrica tra due cariche puntiformi è descritta dalla legge di Coulomb, formulata nel XVIII secolo da Charles Coulomb. Essa stabilisce che il modulo della forza è direttamente proporzionale al prodotto delle cariche e inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra esse.

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

Nel vuoto, la costante elettrostatica può essere scritta come:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

L'unità di misura della carica elettrica nel Sistema Internazionale è il coulomb (C). La fisica moderna ha inoltre mostrato che la carica elettrica è quantizzata, cioè tutte le cariche osservabili sono multipli interi della carica elementare, che è

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Per descrivere l'azione delle cariche nello spazio si introduce il concetto di campo elettrico. Una carica genera nello spazio circostante una regione nella quale altre cariche risentono di una forza elettrica. Il campo elettrico è definito come la forza esercitata su una carica di prova positiva divisa per il valore della carica stessa.

$$\mathbf{E} = \frac{\mathbf{F}}{q_0}$$

Nel caso di una carica puntiforme, il campo elettrico da essa generato dipende dalla distanza secondo una legge del tipo:

$$\mathbf{E} = k \frac{q}{r^2} \hat{\mathbf{r}}$$

Le linee di campo elettrico costituiscono una rappresentazione grafica del campo: escono dalle cariche positive ed entrano nelle cariche negative. La densità delle linee in una regione di spazio indica l'intensità del campo elettrico in quella regione.

Quando una carica si trova in un campo elettrico uniforme, essa subisce una forza elettrica proporzionale alla carica e al campo stesso. Applicando la seconda legge della dinamica, la particella acquista un'accelerazione:

$$\mathbf{a} = \frac{q\mathbf{E}}{m}$$

Se il campo elettrico è costante nello spazio, il moto risulta uniformemente accelerato.

Per calcolare il campo elettrico prodotto da distribuzioni di carica con particolari simmetrie si utilizza la legge di Gauss. Essa mette in relazione il flusso del campo elettrico attraverso una superficie chiusa con la carica totale racchiusa all'interno della superficie:

$$\Phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

La legge di Gauss permette di determinare facilmente il campo elettrico prodotto da fili carichi, superfici piane e gusci sferici.

La forza elettrostatica è una forza conservativa, e può quindi essere associata a un'energia potenziale elettrica. Si introduce così il concetto di potenziale elettrico, definito come l'energia potenziale per unità di carica:

$$V = \frac{U}{q}$$

L'energia potenziale elettrica associata a una carica q soggetta a un potenziale V è invece:

$$U = qV$$

L'unità di misura del potenziale elettrico è il volt, definito come:

$$1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$$

La variazione di energia potenziale è collegata al lavoro compiuto dal campo elettrico in questo modo:

$$L = -\Delta U$$

Le superfici equipotenziali sono superfici sulle quali il potenziale elettrico è costante; il campo elettrico risulta sempre perpendicolare a tali superfici.

Dal principio di conservazione dell'energia segue che la somma tra energia cinetica ed energia potenziale elettrica rimane costante in assenza di forze dissipative.

$$K + U = \text{costante}$$

La variazione di energia cinetica è quindi legata alla variazione di energia potenziale elettrica.

Una configurazione importante è data dal dipolo elettrico, costituito da due cariche uguali e opposte separate da una distanza d . Il dipolo è caratterizzato dal momento di dipolo elettrico così definito:

$$\mathbf{p} = q\mathbf{d}$$

Il vettore momento di dipolo è orientato dalla carica negativa verso quella positiva. I dipoli elettrici svolgono un ruolo importante nella descrizione delle molecole polari e delle interazioni tra atomi e molecole.

Infine, i materiali possono essere distinti in conduttori e isolanti. Nei conduttori vi sono cariche libere di muoversi, mentre negli isolanti le cariche restano fortemente legate agli atomi. In condizioni di equilibrio elettrostatico, le cariche di un conduttore si distribuiscono sulla superficie esterna e il campo elettrico all'interno risulta nullo. Questa proprietà è alla base della schermatura elettrostatica e della gabbia di Faraday.