

A1.1 – Elettrostatica

Nell'affrontare lo studio dell'elettrotecnica si segue di solito un percorso che vede, in successione, lo studio dell'elettrostatica (campo elettrico), quindi della corrente elettrica, poi del magnetismo (campo magnetico), per poi passare alla relazione che esiste tra elettricità e magnetismo, per giungere alla conclusione che il campo elettrico e magnetico sono due aspetti dello stesso fenomeno, il campo elettromagnetico. Questo modo di procedere, consolidato nel tempo, rispecchia in pratica l'evoluzione storica dei fenomeni elettrici.

Teoria elettronica

La materia è formata da molecole, le quali a loro volta sono formate da atomi: l'atomo è la più piccola parte di materia che conserva una data caratteristica. A sua volta, l'atomo è composto fondamentalmente da tre tipi di particelle elementari: gli elettroni, i protoni e i neutroni. In modo molto semplice, o se si vuole semplicistico, la struttura atomica può essere pensata come un nucleo centrale in cui sono posti i protoni ed i neutroni, attorno al quale orbitano gli elettroni, in numero pari a quello dei protoni. In particolare, l'elettrone è dotato di carica negativa, il protone di carica positiva, mentre il neutrone è elettricamente neutro. La tabella seguente riporta i valori di massa e carica elettrica di queste particelle

Particella	Carica elettrica	Massa
Elettrone	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$	$9,108 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Protone	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$	$1,672 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Neutrone	neutro	$1,674 \times 10^{-27}$ kg
----------	--------	----------------------------

Come si vede, l'elettrone ed il protone hanno la stessa carica elettrica, così che in un atomo elettricamente neutro devono comparire in numero uguale. Il protone ha una massa circa pari a quella del neutrone, e 1836 maggiore di quella dell'elettrone.

Dal punto di vista elettrico, l'elettrone è la carica elettrica elementare. Gli elettroni hanno carica negativa, mentre i protoni hanno carica positiva: elementi dello stesso segno si respingono, elementi di segno opposto si attraggono. Per classificare gli elementi in base alle caratteristiche degli atomi costituenti, particolarmente importanti sono il numero atomico ed il peso atomico:

- q numero atomico ↔ numero di protoni nel nucleo
- q peso atomico ↔ numero di protoni più numero di neutroni nel nucleo

Gli elettroni si dispongono su orbite esterne caratterizzate da diversi livelli energetici: lo strato elettronico esterno di un atomo può contenere da uno a otto elettroni. Questo fatto è riassunto nella regola dell'ottetto: "un atomo tende ad acquistare o perdere elettroni e fino a che il suo strato elettronico esterno contiene otto elettroni".

Elettrizzazione

Nell'ambito dello studio dei primi elementi di fisica, si apprende che alcuni materiali, come ad esempio l'ambra, se vengono strofinati su di un panno di lana, acquistano la proprietà di attrarre a sé dei corpi assai leggeri posti nelle vicinanze. Questo stato caratteristico che si manifesta dopo lo strofinio prende il nome di elettrizzazione. Si dice in generale che l'ambra, il vetro, l'ebanite e altri materiali, dopo essere stati strofinati su un panno di lana, si sono elettrizzati acquistando una carica elettrica.

Per esaminare il fenomeno dell'elettrizzazione in forma qualitativa, si prendano due bacchette di vetro, due bacchette di ebanite e si realizzino le seguenti esperienze: se si sospende ad un filo di seta una bacchetta di vetro non elettrizzata e gli si avvicina l'altra bacchetta di vetro elettrizzata, nasce un'azione di repulsione tra le due bacchette; se si sospende una bacchetta di ebanite non elettrizzata e gli si avvicina la bacchetta di vetro elettrizzata, nasce un'azione di attrazione tra le due bacchette; se si sospende ad un filo di seta una bacchetta di ebanite non elettrizzata e gli si avvicina l'altra bacchetta di ebanite elettrizzata, nasce un'azione di repulsione tra le due bacchette.

Pertanto, quando vengono elettrizzati corpi dello stesso materiale, nasce un'azione di repulsione, mentre tra corpi di materiali diversi nasce un'azione di attrazione. Da qui discende il concetto che cariche dello stesso segno si respingono mentre cariche di segno diverso si attraggono; la carica elettrica di origine vetrosa prende il nome di positiva mentre la carica elettrica di origine resinosa prende il nome di negativa.

Altre esperienze dello stesso tipo mostrano che in alcuni corpi la carica elettrica acquistata per strofinio rimane localizzata sulla parte strofinata, mentre in altri la carica elettrica acquisita si propaga immediatamente per tutto il corpo: nel primo caso si hanno i corpi isolanti, nel secondo caso si hanno i corpi conduttori. Esempio di materiali isolanti sono la porcellana, la mica, il vetro, l'olio, il grasso, l'amianto, la gomma, le resine, la plastica; esempio di materiali conduttori sono tutti i metalli ed il carbone.

Dal punto di vista atomico, quando lo strato esterno contiene pochi elettroni (da uno a tre in genere) si hanno i materiali metallici, o metalli, buoni conduttori; quando lo strato esterno contiene molti elettroni (da 5 a 8 in genere) si hanno i materiali non metallici o non metalli o isolanti, cattivi

conduttori; infine gli elementi con quattro elettroni sullo strato esterno (silicio, germanio,) sono definiti semiconduttori o metalloidi.

Forza di Coulomb

Chiarito qualitativamente il concetto di elettrizzazione, occorre definire quantitativamente il concetto di carica elettrica. Partendo dalle azioni di attrazione e repulsione tra corpi elettrizzati, il fisico francese Coulomb riuscì per primo a misurare la forza con la quale due corpi elettrizzati si attraggono o si respingono e ne diede la seguente legge: la forza di attrazione o repulsione tra cariche elettriche è direttamente proporzionale al prodotto delle cariche ed inversamente proporzionale al quadrato della distanza che le separa.

In altri termini, dette Q_1 e Q_2 le cariche elettriche ed r la reciproca distanza, la forza F esercitata, attrattiva se le cariche sono di segno opposto e repulsiva se le cariche sono dello stesso segno, è data da

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

In cui k è una costante di proporzionalità dotata di dimensioni che dipende dalle unità di misura usate per le cariche, la distanza e la forza; se la distanza è data in *metri* (m), le cariche in *coulomb* (C) e la forza in *newton* (N), si trova che, nel vuoto

$$k = 9 \times 10^9 \frac{m^2}{C^2}$$

Quindi, mediante la legge di Coulomb, mediante la misura di una forza e di una distanza, si riesce a misurare la carica elettrica.

Il campo elettrico

Il campo elettrico è una regione dello spazio nella quale sono presenti forze elettriche che agiscono su ogni carica puntiforme. Come ogni campo scalare, può essere descritto efficacemente mediante linee di forza elettrica, che rappresentano graficamente le traiettorie che seguirebbero delle particelle elettricamente cariche tanto piccole da non influenzare il campo stesso. È da notare che nel caso ideale di una carica isolata, ad esempio positiva (fig. A1.1), le linee di campo elettrico sono delle semirette, che nascono dalla carica stessa e si estendono fino all'infinito; naturalmente per le cariche isolate negative le linee arrivano verso la carica (fig. A1.2). In fig. A1.3 sono rappresentate le linee di forza del campo elettrico di due cariche puntiformi, una positiva e l'altra negativa.

Se si considera la fig: A1.4, in cui si rappresentano due piastre metalliche affacciate, collegate ai poli di una batteria, si vede che le cariche elettriche che si accumulano sulle piastre elettrizzano lo spazio vuoto tra le piastre, creando così un campo elettrico. In pratica, l'andamento delle linee di forza del campo elettrico dipende dalla forma e posizione dei corpi elettrizzati.

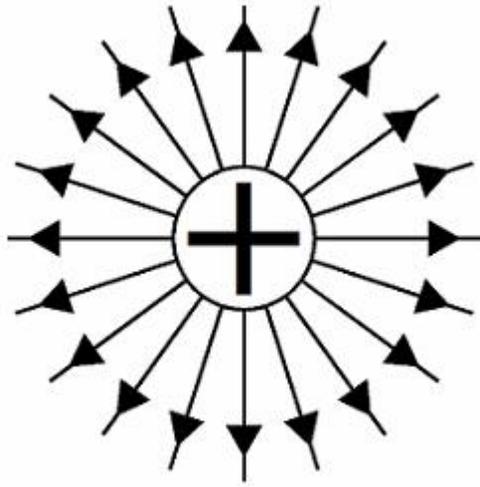


Fig. A1.1 – Rappresentazione delle linee di forza del campo elettrico di una carica elettrica puntiforme positiva.

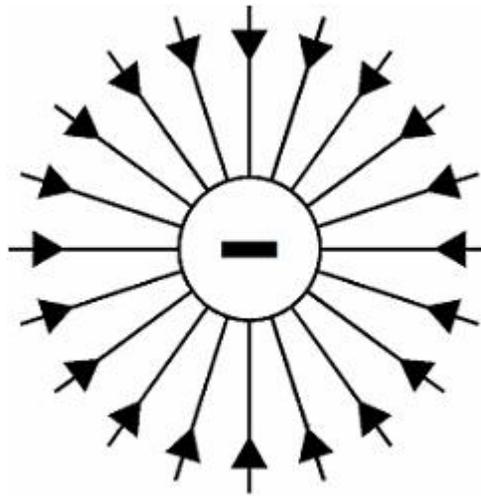


Fig. A1.2 – Rappresentazione delle linee di forza del campo elettrico di una carica elettrica puntiforme negativa.

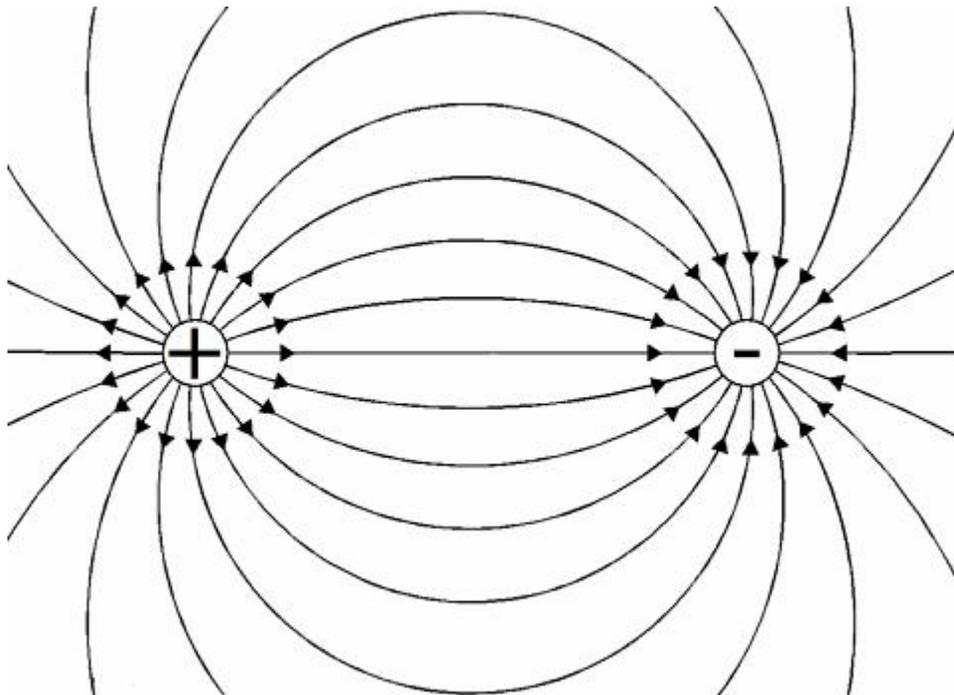


Fig. A1.3 – Rappresentazione delle linee di forza del campo elettrico di due cariche puntiformi opposte.

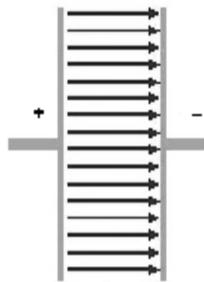


Fig. A1.4 – Linee di forza del campo elettrico tra due piastre elettricamente cariche.