

14. Corrente elettrica

1 Conduttori e isolanti

I fenomeni elettrici fanno parte della nostra vita quotidiana. In questa lezione vediamo come i concetti di carica elettrica e campo elettrico entrano nei fenomeni che sperimentiamo quotidianamente. Si è detto che gli atomi sono come piccoli sistemi solari con un nucleo carico positivamente al centro e gli elettroni carichi negativamente intorno. La materia è composta di atomi. Poichè gli atomi sono globalmente neutri non ci si aspetterebbe alcuna forza tra loro. In realtà gli elettroni sono molto più leggeri dei nuclei e quello che accade è che, quando due atomi si avvicinano, gli elettroni negativi, sono attratti da entrambi i nuclei positivi. In tal modo si trascinano dietro i nuclei che sperimentano un'attrazione reciproca a dispetto del fatto che hanno la stessa carica. Il risultato netto è la formazione di un solido, cioè di un aggregato rigido di atomi. La materia solida è quindi fatta di cariche positive prevalentemente rigide (i nuclei) e da cariche negative più mobili (elettroni). Da questo punto di vista i materiali possono essere classificati in conduttori e isolanti. Nei conduttori gli elettroni sono praticamente liberi di muoversi da un atomo all'altro, mentre negli isolanti sono poco mobili e restano vicino ad un particolare atomo. Se un conduttore è immerso in una regione di spazio dove è presente un campo elettrico, gli elettroni al suo interno sperimentano una forza e sono quindi spinti a muoversi. In tal modo nel conduttore vi è un flusso di cariche negative in moto. La corrente elettrica è proprio un flusso di cariche in moto. Se consideriamo un conduttore come un tubo cilindrico e supponiamo ci sia un flusso di cariche in moto nella direzione longitudinale, la quantità di carica che attraversa una sezione del tubo nell'unità di tempo è la corrente, cioè

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}. \quad (1)$$

2 La legge di Ohm

Supponiamo di avere un materiale conduttore di forma cilindrica. Poniamo tale materiale in un campo elettrico. Gli elettroni sentono una forza e si muovono. In tal modo, poichè gli elettroni sono dotati di massa, acquistano energia cinetica. Tale energia cinetica origina dal lavoro compiuto dal campo elettrico. Se infatti è presente un campo elettrico di intensità E e diretto lungo l'asse longitudinale del cilindro, gli elettroni, che hanno carica e , sperimentano una forza di intensità $|e|E$, come mostrato in figura (1). L'acquisto di energia cinetica degli elettroni da parte del campo elettrico è analogo a quello che succede ad un corpo nel campo gravitazionale. Nel caso del campo elettrico si parla di conversione di energia potenziale elettrica in energia cinetica. Se l'energia potenziale è commisurata all'unità di carica prende il nome di potenziale elettrostatico. Se tra due punti in un conduttore vi è un campo elettrico, vi è anche una differenza di potenziale elettrostatico. Tale differenza è la differenza di potenziale cui facciamo riferimento nella vita quotidiana. La differenza di potenziale si misura in Volt. A questo

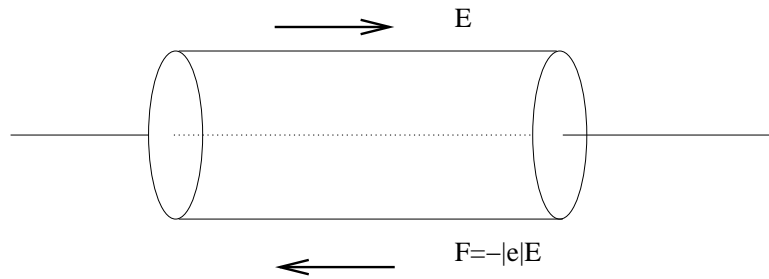


Figura 1: Un conduttore cilindrico percorso da corrente. Al suo interno gli elettroni sono accelerati dal campo elettrico.

punto possiamo chiederci cosa accade all'energia cinetica degli elettroni. Una risposta esauriente a tale domanda è al di fuori degli scopi di questo corso, ma è possibile farsi un'idea non troppo lontana dalla realtà. La prima cosa da considerare è che gli elettroni nel loro moto all'interno del conduttore incontrano una serie di ostacoli che li fanno deviare dal loro moto rettilineo. Dopo un certo numero di urti, come una pallina in un flipper, gli elettroni hanno acquistato un moto casuale disordinato. Il moto globale degli elettroni è passato da quello ordinato come in un reparto militare in marcia, ad uno disordinato come quello di una folla di persone in un mercato. Pur conservandosi l'energia cinetica, essa è passata da una forma ordinata ad una disordinata. Come risultato netto la corrente è finita, mentre è aumentata la temperatura. Non ci è difficile accettare tale conclusione dopo l'analisi svolta a proposito della legge sui gas. In sintesi il passaggio di corrente in un conduttore tende a scaldare il conduttore stesso e tale fenomeno è noto come effetto Joule. Un ferro da stiro funziona proprio su tale principio. Il fatto che gli elettroni, nel loro moto nel conduttore, incontrino degli ostacoli, conduce al concetto di resistenza elettrica di un conduttore. Nel 1824 Ohm scoprì che esiste una relazione lineare tra la differenza di potenziale applicata ai capi di un conduttore e la corrente che l'attraversa e la costante di proporzionalità è detta resistenza elettrica, cioè

$$\Delta V = R I. \tag{2}$$

Tutti gli apparecchi elettrici della nostra vita quotidiana si basano su questa legge.