

Velocità di deriva degli elettroni liberi

Mauro Saita

e-mail: maurosaita@tiscalinet.it

Versione: maggio 2020.

Indice

1 Portatori di carica nei metalli	1
1.1 Numero di elettroni di conduzione nel rame	1
1.2 Velocità di deriva nel rame	2

1 Portatori di carica nei metalli

La categoria più importante di conduttori è quella dei metalli. Essi sono i migliori conduttori di elettricità perchè al loro interno vi sono numerosissimi elettroni liberi, detti *elettroni di conduzione*.

In un atomo di metallo isolato tutti i suoi elettroni, anche quelli più esterni, rimangono legati al nucleo. Diversa è la situazione in un corpo metallico dove gli atomi si dispongono secondo una struttura cristallina: sono molto ravvicinati e disposti in modo da formare un reticolo regolare che si ripete sempre uguale. In una struttura di questo tipo gli elettroni più esterni di ogni atomo sono soggetti anche alle forze coulombiane esercitate dai nuclei e dagli elettroni degli atomi circostanti: il risultato è che il legame fra un elettrone e il ‘suo atomo’ si indebolisce fortemente e viene vinto dall’agitazione termica. Questi elettroni si muovono liberamente all’interno del cristallo e formano una sorta di gas, detto anche *mare di Fermi*, dal nome del fisico che per primo studiò questo argomento. Essi restano confinati nel metallo, grazie alle forze attrattive esercitate dall’insieme degli ioni positivi che costituiscono il reticolo cristallino.

1.1 Numero di elettroni di conduzione nel rame

Problema 1.1. *Trovare il numero di elettroni liberi presenti in un metro cubo di rame.*

Soluzione.

Ogni atomo di rame libera un elettrone, quindi il numero di elettroni liberi in un metro cubo di rame è uguale al numero dei suoi atomi.

La densità (massa per unità di volume) del rame è $\delta = 8,96 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ mentre la sua massa atomica (dato reperibile nella tavola periodica degli elementi) è $m_{Cu} = 63,5u = 63,5 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,05 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$. Quindi il numero di atomi (e di elettroni liberi) è

$$\frac{8,96 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3}{1,05 \cdot 10^{-25} \text{ kg}} = 8,53 \cdot 10^{28} \text{ (numero di atomi per metro cubo)} \quad (1.1)$$

⁰Nome file: ‘velocita_di_deriva.tex’

1.2 Velocità di deriva nel rame

Problema 1.2. Calcolare la velocità di deriva degli elettroni di conduzione in un filo di rame con sezione di 1 mm^2 che è percorso da una corrente di intensità 1 A .

Soluzione.

Si consideri un tratto di filo della lunghezza di un millimetro.

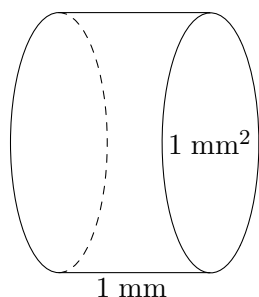


Figura 1: Filo di rame di lunghezza 1 mm e sezione (circolare) di area 1 mm^2 .

Il numero N di elettroni liberi nel cilindretto di rame è dato dal numero di elettroni liberi del rame ($8,53 \cdot 10^{28} \text{ 1/m}^3$) per il volume V del cilindretto ($V = 1 \text{ mm}^3 = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3$); si ottiene

$$\begin{aligned} N &= (8,53 \cdot 10^{28} \text{ 1/m}^3) \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 \\ &= 8,53 \cdot 10^{19} \end{aligned} \tag{1.2}$$

La corrente nel filo è di 1 A ; questo significa che ogni secondo la quantità di carica che attraversa una sezione trasversale del filo è pari a 1 C . Allora il numero di elettroni che attraversa una sezione è

$$\frac{1 \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 6,25 \cdot 10^{18} \text{ elettroni/secondo} \tag{1.3}$$

dove $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ è la carica (in valore assoluto) posseduta da un elettrone.

Il tempo necessario affinché tutti gli elettroni contenuti nel cilindretto passino attraverso la sua sezione di destra (si veda la figura) è

$$\Delta t = \frac{8,53 \cdot 10^{19}}{6,25 \cdot 10^{18} \text{ 1/s}} = 13,6 \text{ s} \tag{1.4}$$

Quindi, la velocità di deriva degli elettroni di conduzione è

$$v_d = \frac{1 \text{ mm}}{13,6 \text{ s}} = 7,35 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} \tag{1.5}$$