

CORSO DI FISICA 2

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

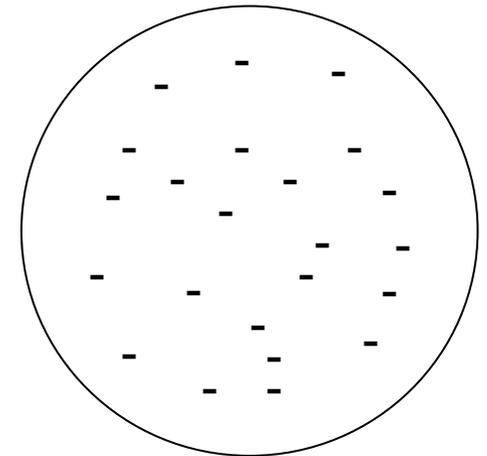
LEZIONE N. 38

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(LA CONDUZIONE ELETTRICA NEI METALLI)

- Nei metalli gli atomi sono talmente vicini che qualche elettrone esterno viene a trovarsi nel campo elettrico dell'atomo più vicino.
- Per questo motivo qualcuno di questi elettroni diventa libero di muoversi da un atomo all'altro.

Tutti gli esperimenti di elettrostatica sui metalli si interpretano con il movimento degli elettroni liberi (elettroni di conduzione)



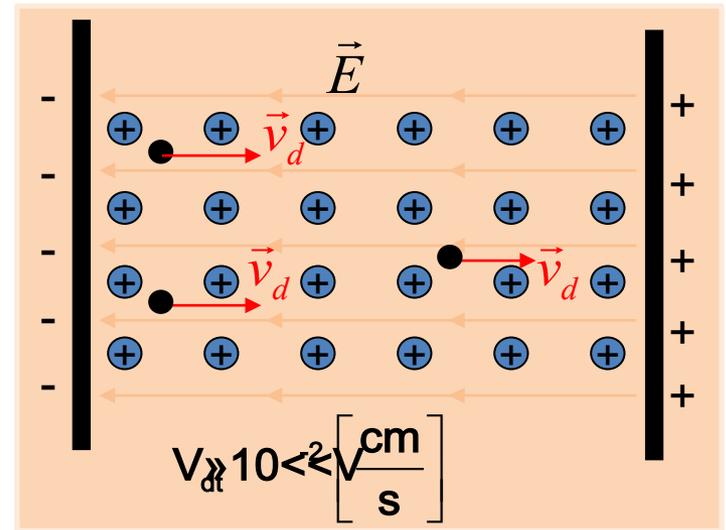
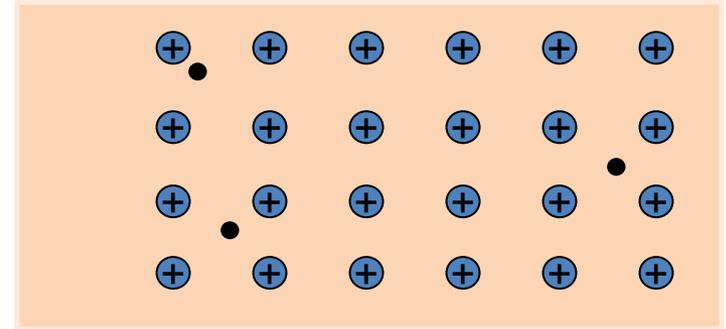
ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(LA CONDUZIONE ELETTRICA NEI METALLI)

Intensità Di Corrente Elettrica

Gli elettroni di conduzione, per effetto del moto di agitazione termica, hanno una velocità media $v_t \approx 10^6$ [m/s]

Se agli estremi di un conduttore si applica dall'esterno una d.d.p. allora il campo elettrico non è più nullo e su ciascun elettrone agisce una forza diretta in verso opposto al campo per cui gli elettroni di conduzione si muoveranno in gruppo tutti verso nella direzione del campo E (velocità "drift" di gruppo $V_d \approx 10^{-4}$ [m/s] minore di V_t)



ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

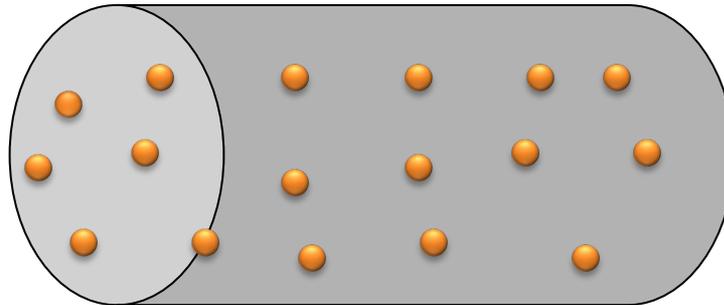
(LA CONDUZIONE ELETTRICA NEI METALLI)

Intensità Di Corrente Elettrica

Si definisce, quindi, corrente elettrica qualsiasi movimento ordinato di cariche elettriche in un conduttore.

La differenza di potenziale applicata all'estremità del conduttore, come visto, fa spostare gli elettroni di conduzione creando un movimento ordinato di cariche elettriche negative verso il polo positivo.

Il verso convenzionale della corrente elettrica è opposto al verso degli elettroni.



ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

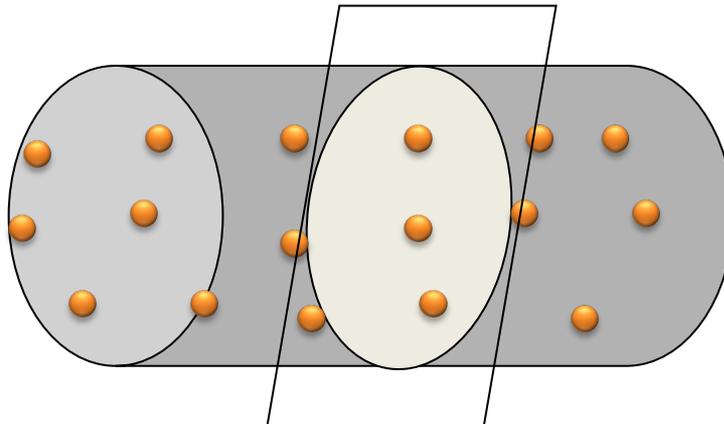
(LA CONDUZIONE ELETTRICA NEI METALLI)

Intensità Di Corrente Elettrica

Si definisce intensità di corrente elettrica la quantità di carica elettrica che attraversa una sezione normale all'asse del conduttore nell'unità di tempo.

$$I = \frac{q}{\Delta t}$$

L'intensità della corrente elettrica si misura in Ampere [A]



ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(LA CONDUZIONE ELETTRICA NEI METALLI)

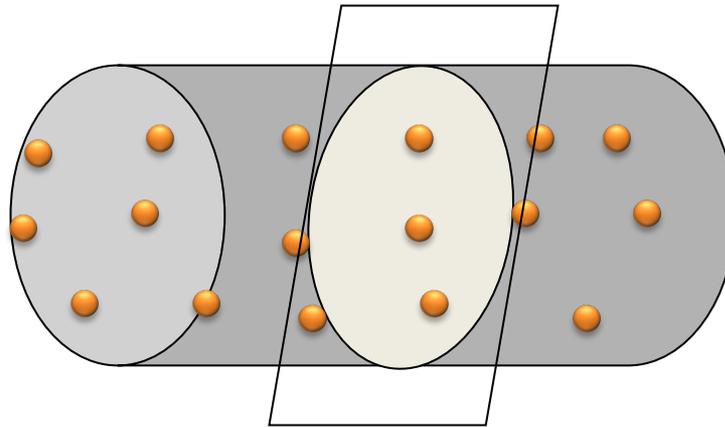
Intensità di corrente elettrica

L'Ampere [A] viene definito partendo da



$$I = \frac{q}{\Delta t}$$

$$1 \text{ Ampere} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ secondo}}$$



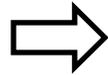
Un conduttore è attraversato dalla corrente di un **Ampere** quando in una sezione normale all'asse del conduttore è attraversata dalla **carica di un Coulomb in ogni secondo**.

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(PRIMA LEGGE DI OHM)

Dai dati sperimentali si può dedurre che il rapporto tra d.d.p. applicata e intensità di corrente che circola attraverso un filo conduttore è costante ed è pari al valore della stessa resistenza ossia:

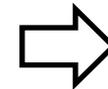
$$\frac{V}{I} = R$$



Questa equazione rappresenta la Prima legge di Ohm:

R esprime una proprietà intrinseca del conduttore nelle condizioni considerate .

L'unità di misura della resistenza elettrica si ricava dalla prima legge di Ohm ed è:



$$\text{Ohm} = \frac{\text{Volt}}{\text{Ampere}}$$

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

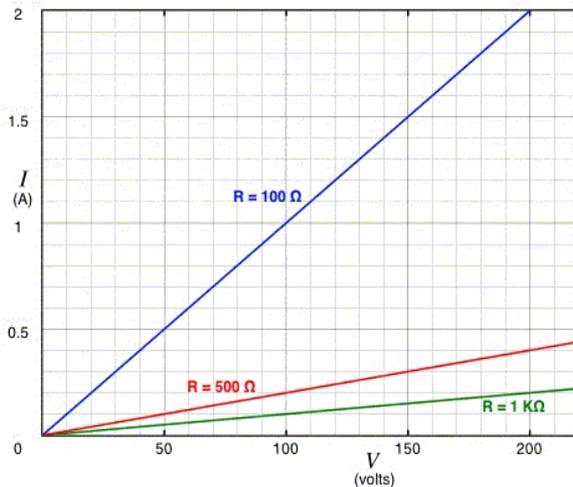
(PRIMA LEGGE DI OHM)

Unità di misura della resistenza elettrica [Ω] Ohm

Un resistore ha resistenza di 1 [Ω] Ohm quando sottoposto, ai suoi capi, ad una d.d.p. pari ad 1 Volt fa passare una corrente d'intensità pari ad 1 Ampere.

$$\Rightarrow 1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

Rappresentazione grafica della legge di Ohm nel piano V-I



$$\frac{V}{I} = R$$

$$V = R \cdot I$$

Considerando che il rapporto tra V e I è costante nel piano V - I il legame è rappresentato da una retta uscente dall'origine.

Infatti come si nota nel grafico aumentando la d.d.p., la corrente che circola aumenta in modo direttamente proporzionale.

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(SECONDA LEGGE DI OHM)

La seconda legge di Ohm, sempre basata su dati sperimentali, si può enunciare:
La resistenza di un filo conduttore è direttamente proporzionale alla sua lunghezza l e inversamente proporzionale alla sua sezione S :

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Dove:

- “ R ” è resistenza elettrica del conduttore [Ω];
- “ ρ ” è una costante di proporzionalità detta resistività e dipendente dalla natura fisica del conduttore [$\Omega \cdot \text{m}$];
- “ l ” è la lunghezza del conduttore [m];
- “ S ” è La sezione trasversale del conduttore [m^2].

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(SECONDA LEGGE DI OHM)

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l}$$

Resistività elettrica a temperatura ambiente (20 °C)

SOSTANZA	RESISTIVITÀ ρ [$\Omega \cdot m$]	SOSTANZA	RESISTIVITÀ ρ [$\Omega \cdot m$]
Metalli		Semi conduttori	
Rame	$1,72 \cdot 10^{-8}$	Carbonio	$3,57 \cdot 10^{-5}$
Argento	$1,63 \cdot 10^{-8}$	Germanio	45,4
Alluminio	$2,82 \cdot 10^{-8}$	Silicio	$6,25 \cdot 10^4$
Ferro	$6,54 \cdot 10^{-8}$		
Tungsteno	$5,50 \cdot 10^{-8}$		
Leghe		Isolanti	
Manganina	$4,40 \cdot 10^{-7}$	Vetro	$10^{10} \sim 10^{14}$
Costantina	$4,90 \cdot 10^{-7}$	Mica	$10^{11} \sim 10^{15}$
Nichel-cromo	$1 \cdot 10^{-6}$	Paraffina	$2,97 \cdot 10^{16}$
		Quarzo	$7,52 \cdot 10^{17}$

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(SECONDA LEGGE DI OHM)

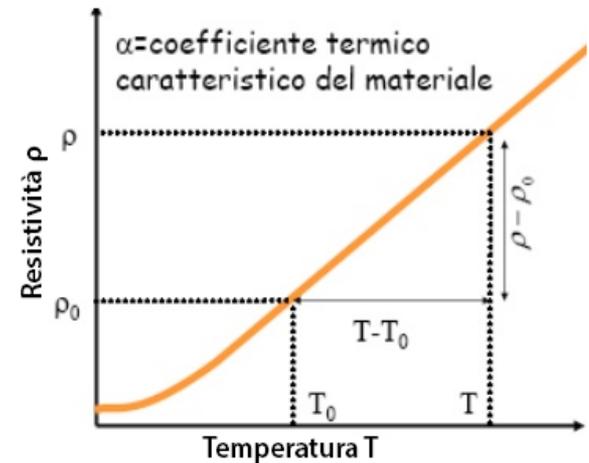
La costante di proporzionalità della seconda legge di Ohm “ ρ ” (resistività del materiale), in realtà dipende non solo dal materiale ma anche della temperatura. Per i metalli si trova che ρ aumenta con la temperatura secondo una legge lineare secondo la formula:

$$\rho = \rho_{20} (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

“ ρ_{20} ” è una costante di proporzionalità detta resistività alla temperatura di 20°C

Nel grafico è rappresentato l'andamento di “ ρ ” con la temperatura per i metalli.

Grafico temperatura/resistività (metalli)



Non tutti i conduttori la seguono, solo quelli **OHMICI**

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(SECONDA LEGGE DI OHM)

Unità di misura della resistività si determina partendo dalla 2^a legge di Ohm:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{l}$$

Si ricava:

$$\frac{\text{ohm} \cdot \text{m}^2}{\text{m}} = \text{ohm} \cdot \text{m}$$

Ossia è la resistenza elettrica di un metro di conduttore.

Ordini di grandezza della resistività di alcuni materiali.

Argento	Rame	Nichel	Mercurio	Germanio	Selenio	Ossido Di Rame	Boro	Celluloide	Mica	Vetro	Quarzo	Porcellana	Ambra	Paraffina
10^{-8}			10^{-6}	10^{-2}	10	10^4	10^7		10^{10}			10^{13}		10^{16}
Conduttori					Semiconduttori					Isolanti				

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI IN BASE ALLA RESISTIVITÀ ELETTRICA)

Come visto nella figura precedente i materiali si possono dividere in:

1. **Conduttori;**
2. **Semiconduttori;**
3. **Isolanti.**

Conduttori Semiconduttori Isolanti.

In genere formati da metalli la cui conduzione è data dagli elettroni liberi, in media uno per ogni atomo (10^{22} elettroni per cm^3)

Semiconduttori

In genere formati da materiale plastico. Negli isolanti nessun atomo è ionizzato in condizioni normali; solo l'applicazione di un campo elettrico molto intenso può produrre qualche elettrone di conduzione ionizzando un ugual numero di atomi

Conduttori Semiconduttori Isolanti.

I semiconduttori hanno un comportamento intermedio, a basse temperature la conducibilità è bassa come per gli isolanti a temperatura ambiente si hanno 10^{11} elettroni di conduzione per cm^3

I semiconduttori per eccellenza sono il Silicio e il Germanio

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(POTENZA ELETTRICA EFFETTO JOULE)

Microscopicamente la carica che si muove in un conduttore è ostacolata:

- Dalle altre cariche
- Dai protoni dei nuclei

Gli *urti* dei portatori di corrente contro il reticolo cristallino del conduttore spiega il riscaldamento del metallo per effetto Joule: quando passa corrente, il campo elettrico accelera gli elettroni, che spesso *perdono* molta della loro energia cinetica *urtando contro gli ioni* del reticolo;

in questo modo aumenta il moto di agitazione termica degli ioni: *il metallo si scalda* perché gli ioni assorbono l'energia cinetica.

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(POTENZA ELETTRICA)

Quando una carica elettrica q sottoposta a una certa d.d.p. si compie un lavoro L

$$L = \Delta V \cdot q$$

$$q = i \cdot t$$

$$L = \Delta V \cdot i \cdot t$$

Tale lavoro si identifica con l'energia potenziale U fornita dal generatore G per far circolare la corrente i per un tempo t

$$U = \Delta V \cdot i \cdot t$$



Dividendo ambo i membri per t



$$\frac{U}{t} = \frac{\Delta V \cdot i \cdot t}{t}$$

$$\frac{U}{t} = P$$



Ne consegue



$$P = \Delta V \cdot i$$

ELETTRICITÀ CORRENTE CONTINUA

(POTENZA ELETTRICA)

Quando il circuito è Ohmico tutta l'energia elettrica assorbita viene integralmente trasformata in calore (riscaldamento del conduttore)

$$P = \Delta V \cdot i \qquad P = R \cdot i^2 \qquad P = \frac{\Delta V^2}{R}$$

Per quanto riguarda l'unità di misura partendo da $P = [Volt] \cdot [Ampere]$

Si ricava $P = \left[\frac{Joule}{Coulomb} \right] \cdot \left[\frac{Coulomb}{secondo} \right] = \left[\frac{Joule}{secondo} \right] = [Watt]$

Ossia:

$$P = [W]$$

$$[1 W] = \left[\frac{1 J}{1 s} \right]$$

In qualunque conduttore percorso da corrente è sempre presente l'**effetto Joule**.
Il calore prodotto è direttamente proporzionale alla resistenza R