

CONDUTTORI OHMICI

Sono conduttori per cui vale la legge di Ohm e prendono il nome di **resistori**.

$$\vec{j} = nq\vec{v}_a$$

$$\vec{v}_a \parallel \vec{E} \Rightarrow \boxed{\vec{j} \parallel \vec{E}}$$



$$\vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$$

CONDUTTIVITA'
(SIGMA)

La **conduttività** non è una costante. Al contrario, può essere che essa dipenda dal campo elettrico.

Se σ non dipende dal campo elettrico:

$$\boxed{\vec{E} = \frac{1}{\sigma} \vec{j}}$$

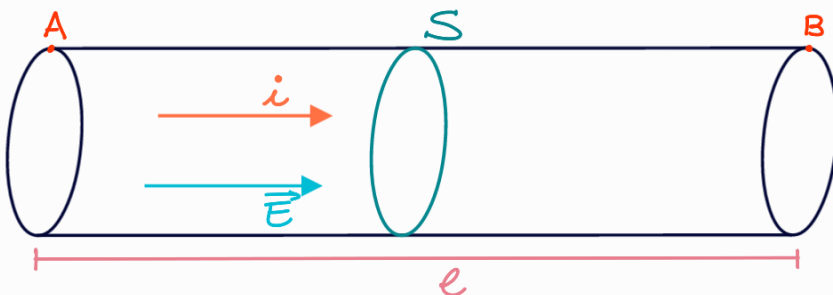
Legge di Ohm microscopica

Un conduttore per cui vale questa legge prende il nome di *conduttore ohmico*.

$$\frac{1}{\sigma} = \rho \quad \text{resistività (RHO)} \quad \longrightarrow \quad \vec{E} = \rho \vec{j}$$

Prendiamo un pezzettino di cavo con sezione S .

Che implicazioni ha questa legge su come è fatta la corrente che percorre il conduttore ohmico in presenza di un campo elettrico?



$$i = \frac{dQ}{dt}$$

$$i = \underbrace{j}_{j = \sigma \cdot E = \frac{1}{\rho} \cdot E} S = \frac{1}{\rho} \cdot S \cdot E$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow i &= \frac{1}{\rho} \cdot S \cdot \frac{V_A - V_B}{l} \\ &= \frac{V_A - V_B}{\underbrace{\rho \cdot \frac{l}{S}}_{= R}} \end{aligned}$$

Se c'è un campo elettrico vuol dire che man mano che mi sposto lungo il conduttore il potenziale cambia.

$$dV = -\vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$V_A - V_B = E \cdot l$$

$$\boxed{E = \frac{V_A - V_B}{l}}$$

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S} \quad \text{resistenza} \rightarrow \text{si misura in ohm} \quad \Omega = \frac{V}{A}$$

$$i = \frac{V_A - V_B}{R}$$

Legge di Ohm macroscopica

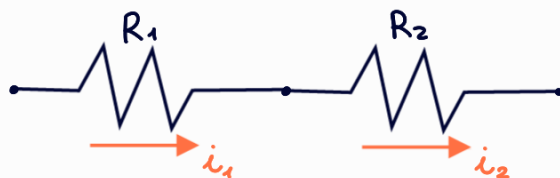


Un elemento di un circuito che ha una certa resistenza si chiama resistore

RESISTENZE E RESISTORI

Possono essere collegati in serie o in parallelo.

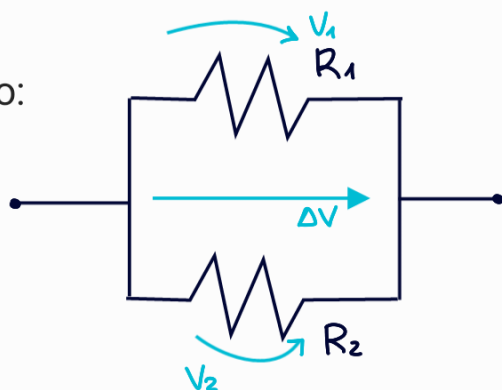
In serie:



Sono percorsi dalla stessa corrente $i_1 = i_2$

La resistenza equivalente: $R_{eq} = R_1 + R_2$

In parallelo:



La differenza di potenziale ai capi di R1 é la stessa che c'è ai capi di R2

$$V_1 = V_2 = \Delta V$$

La resistenza equivalente: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

Interpretazione microscopica

Fig 1

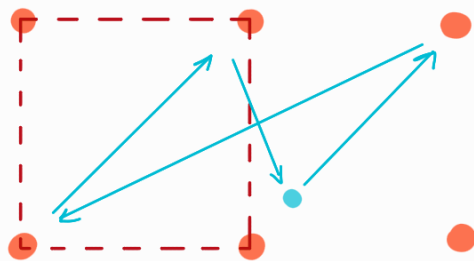
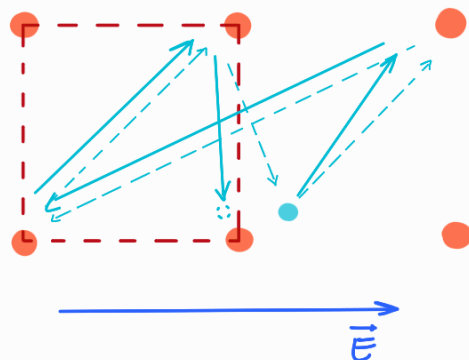


Fig 2



In assenza di campo elettrico (Fig 1) abbiamo visto che gli elettroni si muovono nel reticolo tornando sempre nella stessa posizione.

In presenza di un campo elettrico (Fig 2) quest'ultimo influenza il moto degli elettroni (con velocità di deriva) che andranno comunque a sbattere contro gli ioni del reticolo ma non torneranno mai esattamente nella posizione iniziale.

$$\vec{F} = (-e) \cdot \vec{E}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{(-e)\vec{E}}{m}$$

$$\vec{v}_d = \vec{a} \cdot \tau = \frac{(-e) \cdot \vec{E}}{m} \cdot \tau$$

e : carica dell'elettrone

m : massa dell'elettrone

τ : tempo tra due collisioni successive

$$\vec{j} = n(-e) \vec{v}_d = n(-e) \frac{(-e) \cdot \vec{E}}{m} \tau = \frac{n \cdot e^2 \cdot \tau}{m} \vec{E}$$

$$\vec{j} = \sigma \cdot \vec{E} \quad \text{con } \sigma \text{ che non dipende da } \vec{E}$$

Quindi un conduttore ohmico dal punto di vista microscopico è caratterizzato dal fatto che gli elettroni tra un urto e l'altro impiegano un tempo che non dipende dal fatto se c'è o no un campo elettrico.

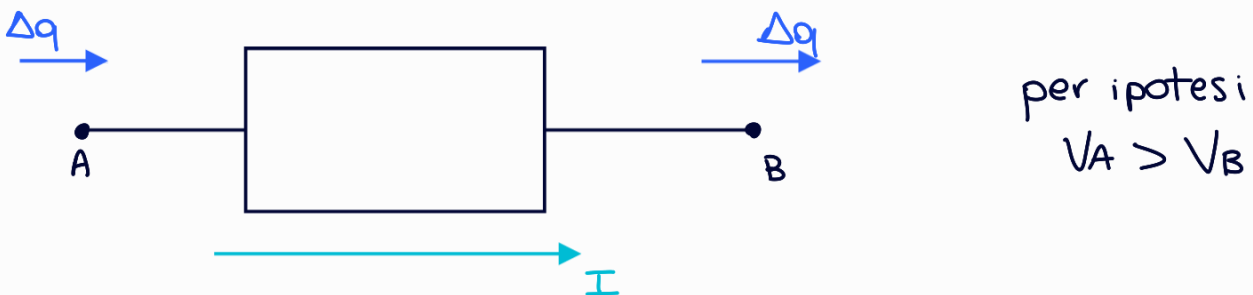
EFFETTO JOULE

Quando c'è un campo elettrico, abbiamo visto che i portatori di carica in un reticolo si muovono, però la loro velocità si "resetta" ogni volta che compiono un urto.

Ho quindi una forza che non fa aumentare in modo definito la velocità dei portatori di carica. Ma allora il lavoro compiuto dal campo elettrico dove va a finire?

Dal punto di vista macroscopico, succede che la resistenza si scalda.

Prendiamo un dispositivo per cui vale la legge di Joule, percorso da corrente.



Δq : carica che entra in A (ed esce in B) in un tempo Δt

Energia potenziale in A: $V_A \cdot \Delta q$

Energia potenziale in B: $V_B \cdot \Delta q$

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

$$\Delta U_e = \Delta q \cdot \underbrace{(V_A - V_B)}_{>0} \quad \text{energia persa dalla carica } \Delta q$$

Dividendo per l'intervallo di tempo: $\frac{\Delta U_e}{\Delta t} = \frac{\Delta q}{\Delta t} (V_A - V_B) = I (V_A - V_B)$

Il dispositivo **acquisisce** l'energia potenziale che viene persa dalla carica Δq

Quindi l'energia persa dalla carica attraversando il dispositivo, divisa per l'intervallo di tempo, vale $I (V_A - V_B)$

Se vale la legge di Ohm: $\frac{V_A - V_B}{I} = R$

L'energia persa per unità di tempo, se vale la legge di Ohm, si può riscrivere come

$$\frac{\Delta U_e}{\Delta t} = \frac{(V_A - V_B)^2}{R} = I^2 R = W \quad \text{POTENZA DISSIPATA}$$

$$W = I^2 R$$

Legge di Joule

Unità di misura: $J/s = W$ (watt)

Idealmente vorremmo dei dispositivi che non dissipano energia.

L'effetto Joule dice che, controllando esattamente la corrente che passa per il dispositivo, possiamo regolare quanto calore produciamo per unità di tempo.

FORZA ELETTRICITRICE (*fem*)

È un dispositivo che mantiene ai suoi capi una differenza di potenziale predefinita.



Ha un polo positivo e uno negativo.
Le cariche si muovono dal polo + al polo -

Differenza di potenziale: V_0 oppure \mathcal{E}_0

Se in un circuito voglio conduzione di corrente elettrica ci deve essere un campo elettrico, e quindi una differenza di potenziale prodotta proprio dalla *fem*.

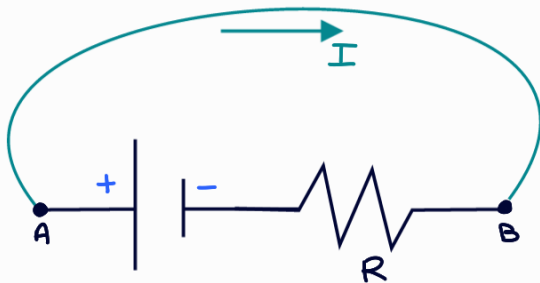
fem ideale: la differenza di potenziale ai suoi capi non dipende dalla corrente erogata



$V_A - V_B$ non dipende da I

fem reale: la differenza di potenziale ai suoi capi dipende dalla corrente erogata

è inversamente proporzionale alla corrente

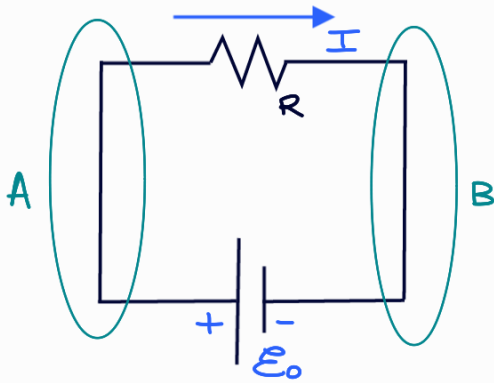


$V_A - V_B$ dipende da I

$$V_A - V_B = \mathcal{E}_0 - I R$$

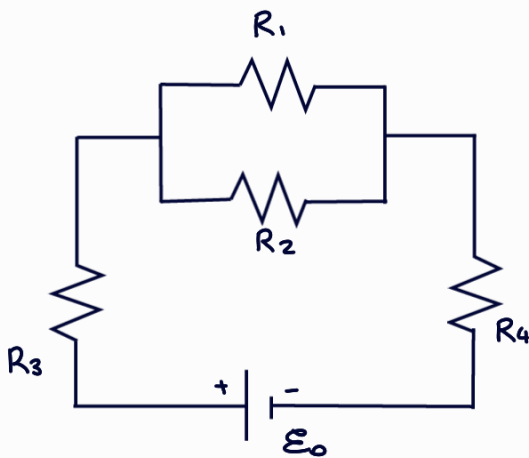
$= R_{int}$ RESISTENZA INTERNA

Il circuito elettrico più semplice è quello composto da un resistore e una forza elettromotrice, collegati da dei conduttori ideali (caduta di potenziale nulla)



$$\left. \begin{array}{l} V_A - V_B = \mathcal{E}_0 \\ V_A - V_B = IR \end{array} \right\} \rightarrow \begin{array}{l} \mathcal{E}_0 = IR \\ I = \mathcal{E}_0 / R \end{array}$$

Esempio



$$\mathcal{E} = 12 \text{ V}$$

$$R_1 = 2 \Omega$$

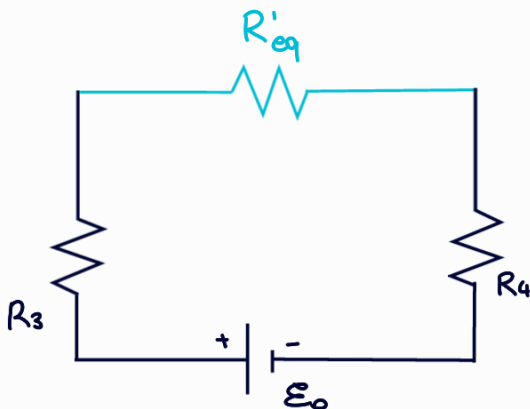
$$R_2 = 4 \Omega$$

$$R_3 = 1 \Omega$$

$$R_4 = 3 \Omega$$

Trovare le correnti in R_1 e R_3

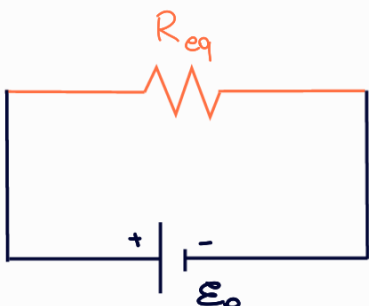
Cerco di ricondurmi al circuito visto sopra.



$$R'_{eq} : R_1 // R_2$$

$$\frac{1}{R'_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\Rightarrow R'_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4}{3} \Omega$$



$$R_{eq} = R_3 + R'_{eq} + R_4$$

$$= \frac{16}{3} \Omega$$

$$\Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_0}{R_{eq}} = \frac{9}{4} \text{ A}$$