

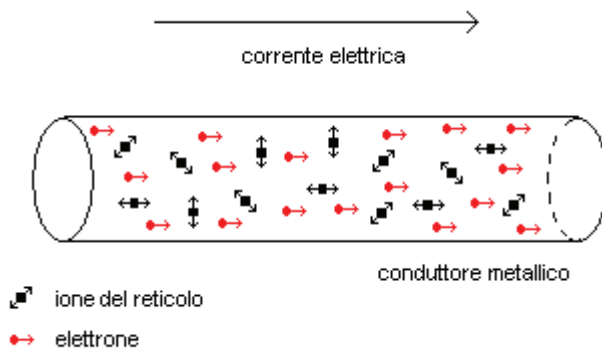
- L'effetto Joule.

Una **corrente elettrica** in un **conduttore metallico** è, come ben sappiamo, un **movimento orientato** di **elettroni** al suo interno (a muoversi sono gli elettroni dei livelli energetici più esterni che sono praticamente liberi).

Gli **elettroni**, nel loro **moto**, **urtano** incessantemente contro gli **ioni** del **reticolo** del **conduttore** e **trasmettono** loro una certa quantità di **energia**.

E' chiaro quindi che gli **elettroni**, tramite questi **urti**, **comunicano** al **conduttore** del **calore** per cui **esso** (il conduttore) **si scalda**, cioè la sua **temperatura** (che indica il valore medio dell'energia cinetica delle particelle che lo compongono) **aumenta**.

Graficamente :



(il verso della corrente indicato nel grafico è quello effettivo degli elettroni)

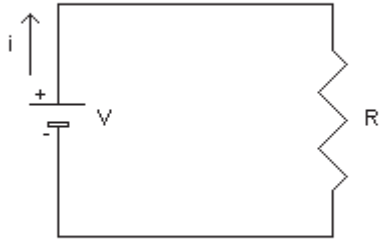
(gli ioni del reticolo del conduttore oscillano in ogni direzione attorno a posizioni di equilibrio)

(gli elettroni, anche se continuamente deviati (le deviazioni non sono indicate nel grafico), si muovono in modo orientato nella direzione della corrente)

L'effetto di **riscaldamento** che una **corrente elettrica** produce nel **conduttore** si chiama **effetto Joule** (in onore del fisico inglese che descrisse il fenomeno attorno al **1840**).

Vediamo ora come l'**effetto Joule** può essere espresso **matematicamente**.

Consideriamo il seguente semplice **circuito** :



(il verso della corrente è quello convenzionale)

e supponiamo di farvi scorrere la **corrente** i per un **tempo** t (durante il quale consideriamo che la corrente stessa sia **costante**).

Il **calore** Q prodotto per **effetto Joule** risulta (la presentiamo senza dimostrazione) essere :

$$Q = R \cdot i^2 \cdot t$$

Questa è la **formula** che esprime l'**effetto Joule**.

Da essa risulta **chiaro** che il **calore** prodotto è **direttamente proporzionale** alla **resistenza**, al **tempo** ed al **quadrato della corrente**. La dipendenza dal **quadrato della corrente** è molto **importante**. Se, per esempio, la **corrente raddoppia**, il **calore** prodotto in un dato tempo **quadruplica**.

Supponiamo, come esempio, che sia :

$$i = 3A$$

$$R = 8\Omega$$

$$t = 60s$$

Il calore prodotto sarà allora :

$$Q = 8 \cdot 3^2 \cdot 60 = 4320J$$

Considerando che **un joule corrisponde** circa al **lavoro** fatto per **sollevare** un corpo di **massa** pari ad **un ettogrammo** di **un metro** (nel campo gravitazionale terrestre a livello del mare), deduciamo che il **calore prodotto** nell'esempio corrisponde al **lavoro** fatto per **sollevare** **432 chilogrammi** per **un metro**. Si tratta di un lavoro "non piccolo" e questo ci fa capire l'entità sempre **notevole** del **calore** prodotto dalle **correnti** elettriche !!!

Questo ci fa capire anche l'**importanza** di un uso "**razionale**" e "**morigerato**" della **corrente** elettrica nelle nostre **case** !!! Considerando poi che in **Italia** la **corrente** elettrica viene **acquistata in maggioranza all'estero** o **prodotta bruciando "prezioso" gas o gasolio** (sempre acquistato all'estero), dovremmo tenere bene presente che l'**uso dell'energia elettrica per produrre calore** in

modo volontario o non, è altamente costoso. Stesso discorso per l'**illuminazione inutile di strade, costruzioni e luoghi "desertici" ...**

Sottolineiamo inoltre che **bruciare combustibili fossili non rinnovabili per produrre calore** con il quale **produrre energia elettrica** (con **alternatori**, come vedremo più avanti) per poi **produrre calore** nelle nostre case è un **processo altamente dispendioso ed inefficiente**, per non parlare dell'**emissione di gas serra in atmosfera** con gli **effetti negativi** che essi producono sul **clima** e quindi sull'**economia del pianeta**.

Ma torniamo alla descrizione dell'**effetto Joule**.

Sapere che in un certo **fenomeno** è stato **prodotta** una certa **quantità di calore** Q **non è sufficiente**. Subito sorge spontanea la **domanda** : in **quanto tempo** è stato **prodotto** quel **calore** ? La **stessa** considerazione vale per il **lavoro** e qualunque **altra forma di energia**.

Un **lavoro**, per esempio, di $1000J$ (mille joule) **prodotto** in $10s$ (dieci secondi) o in $100s$ (cento secondi) **non** è, fisicamente parlando, ma anche per il "senso comune", la **stessa cosa**.

Nel primo caso, il **lavoro** è stato **prodotto più "rapidamente"** e quindi il fenomeno che lo ha prodotto ha "**espresso**" una **potenza** maggiore !!! Nel secondo caso si è "**prodotta**" una **potenza inferiore**. **Stessa energia**, ma prodotta in **tempi diversi** !!!

POTENZA

Fisicamente, la **potenza** è una **grandezza** che è **definita** come :

$$\frac{\text{lavoro}}{\text{tempo}}$$

ed è **misurata** in :

$$\frac{J}{s} \text{ (joule / secondo)}$$

ovvero in : *watt*

che si abbrevia con la lettera W .

Abbiamo allora :

$$1W = \frac{1J}{1s}$$

cioè **un watt** è la **potenza** corrispondente alla produzione di **un joule** ottenuto in **un secondo**.

La **legge di Joule** può essere allora **espressa** in termini di **potenza** come :

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{R \cdot i^2 \cdot t}{t} = R \cdot i^2$$

cioè :

$$P = Ri^2$$

dove P indica appunto la **potenza** dissipata dal resistore R quando è attraversata dalla corrente i che **si misura** in W (*watt*).

La **formula** appena trovata può essere espressa in **altro modo** tenendo presente che, per la **prima legge di Ohm**, si ha :

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

Se **sostituiamo** quest'ultima formula nella precedente **otteniamo** :

$$P = Ri^2 = R \cdot i \cdot i = R \cdot \frac{V}{R} \cdot i = Vi$$

cioè : $P = Vi$. Dove P è la potenza fornita quando viene applicata la tensione V ed erogata la corrente i

01 - Esercizi.

Seguono alcuni semplici ed interessanti esercizi.

- 1 - Negli **usi** anche **domestici** dell'**elettricità** è di uso comune il "**chilovattora**". Come **si abbrevia** correttamente e che cosa **rappresenta fisicamente** ?

Il **chilovattora** (si **abbrevia** con la **sigla** kWh) è un'**energia** in quanto è una **potenza** per il **tempo** (la **potenza** è l'**energia** **fratto** il **tempo** !!!).

Un **chilovattora** corrisponde all'**energia trasformata** in **un'ora utilizzando** una **potenza** di **mille watt**.

Esattamente :

$$1kWh = 1000W \cdot 1h = 1000W \cdot 3600s = 3600000J$$

cioè un **chilovattora** è **uguale** a 3600000 (**tremilioneisecentomila**) **joule**. Nelle nostre **case** **paghiamo** al **fornitore** di **elettricità** i **chilovattora** che **consumiamo**.

- 2 - Un **asciugacapelli** **consuma** $1500W$ alla **tensione** di $220V$. Che **corrente** vi circola ?

Siccome $P = Vi$, si ha :

$$i = \frac{P}{V}$$

per cui si ricava :
$$i = \frac{1500}{220} \cong 6,82A$$

- 3 - La **potenza elettrica massima** disponibile per un **appartamento** è $3500W$ e la **tensione** è $220V$. Calcolare la **corrente massima** erogata.

Si ha :

$$i = \frac{P}{V} = \frac{3500}{220} \cong 15,9A$$

- 4 - Uno **scaldabagno elettrico** è costituito essenzialmente da un **resistore** immerso in **acqua** (per evitare **cortocircuiti**, il resistore sarà convenientemente **isolato**). Un particolare **scaldabagno** di fabbricazione estera è predisposto a **funzionare correttamente** alla **tensione** di $160V$ erogando una **potenza** di $1000W$. Che **resistore** si dovrà **aggiungere** a quello preesistente (anche quest'ultimo immerso in acqua) perché il suddetto scaldabagno **funzioni correttamente** alla **tensione** di $220V$ erogando la **stessa potenza** ?

Calcoliamo la **corrente** che circola nello **scaldabagno originale** (a $160V$).

Si ha :

$$i = \frac{P}{V} = \frac{1000}{160} = 6,25A$$

Ora calcoliamo la **resistenza** dello **scaldabagno originale**.

Si ha :

$$R = \frac{V}{i} = \frac{160}{6,25} = 25,6\Omega$$