

# Esperimento 1

## Isolanti, conduttori, semiconduttori.

Si vuole misurare la corrente elettrica che circola in un circuito composto da: una generatore di f.e.m. (una pila da 9 V), due lampadine, un amperometro, un collegamento elettrico tra le lampadine e la pila.

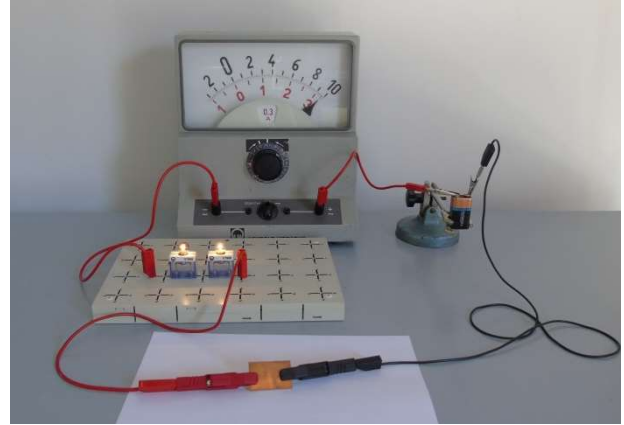
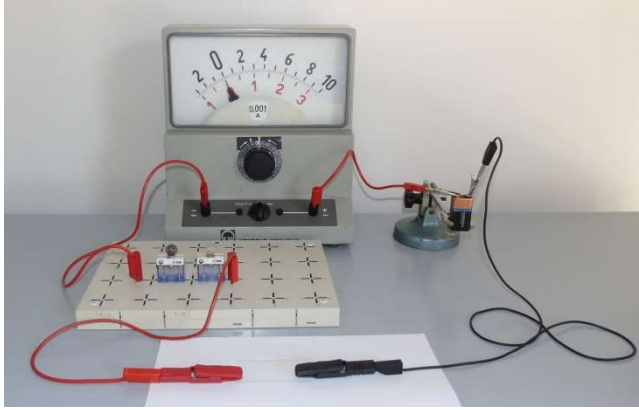


figura 1: il circuito è chiuso con una lastrina di **vetro**.    figura 2: il circuito è chiuso con un pezzo di **rame**

A circuito chiuso l'amperometro misura la quantità di carica elettrica per unità di tempo (cioè la corrente elettrica) che dal generatore arriva alle lampadine. La corrente che esce da uno dei poli della pila (ad es. il polo +) ritorna al polo opposto dopo avere attraversato tutti gli elementi che compongono il circuito se ognuno di essi ne permette il suo passaggio.

In figura 1 l'ago dell'amperometro è fermo sullo zero (nel circuito non circola corrente) sebbene il circuito sia chiuso. In questo caso le cariche che partono dal polo +, prima di arrivare al polo -, devono attraversare la lastrina di vetro che si trova a contatto con i due coccodrilli, ma non vi arrivano perché la resistenza opposta alle cariche dalla lastrina è troppo alta.

In figura 2 al posto della lastrina di vetro è stata inserita una lastrina di rame: l'amperometro rileva una corrente di 300 mA e le lampadine sono accese.

Nel caso di corpi di geometria confrontabile (nel nostro esperimento lastre di vetro e rame) la grandezza fisica che esprime numericamente quanto sia "difficile" per una corrente attraversare un dato materiale è la **resistività** ( $\rho$ ) che si misura in  $\Omega\text{m}$  (ohm per metro) e ci permette di confrontare la risposta elettrica al passaggio delle cariche di diversi materiali. Quanto più  $\rho$  è piccolo tanto più grande è la sua capacità di condurre, viceversa tanto più  $\rho$  è grande quanto minore sarà la sua conducibilità elettrica.

Il vetro, la gomma e la porcellana ad es., hanno una  $\rho$  che va da  $10^{12} \Omega\text{m}$  a  $10^{14} \Omega\text{m}$ . Essi sono classificati come buoni **isolanti elettrici**. Il rame e buona parte dei metalli (Ag, Au, Al, ecc) hanno una  $\rho$  dell'ordine di  $10^{-8} \Omega\text{m}$  e sono classificati come **buoni conduttori**.

Esistono anche materiali i cui valori di resistività sono intermedi alle due classi appena citate. In particolare alcuni elementi chimici, come Si, Ge, B, Te, presentano una resistività che può variare da  $10^{-2} \Omega\text{m}$  a  $10^6 \Omega\text{m}$ . La resistività dipende dalla temperatura a cui il materiale si trova. Nei metalli  $\rho$  aumenta con la temperatura mentre nei semiconduttori diminuisce.

# Esperimento 1

Questo comportamento è legato ai differenti meccanismi di conduzione elettrica delle due classi di materiali.

Vogliamo ora sperimentare la risposta elettrica al passaggio della corrente al variare della temperatura di due componenti elettronici che andiamo ad inserire nel nostro circuito in modo da confrontarne i loro rispettivi effetti.

Nel primo caso (vedi figura 3) inseriamo un *resistore*, un componente elettronico conduttore utilizzato nei circuiti elettronici per “dosare” la corrente che deve circolare al loro interno. Questo resistore, così come è collegato nel nostro circuito, alla temperatura ambiente, consente la circolazione di alcuni milliampère. Tale corrente è insufficiente per accendere le lampadine. Se proviamo a riscaldare il resistore con un flusso di aria molto calda (200 °C) notiamo che la corrente rilevata dall’amperometro non cambia significativamente anzi, tende a diminuire.

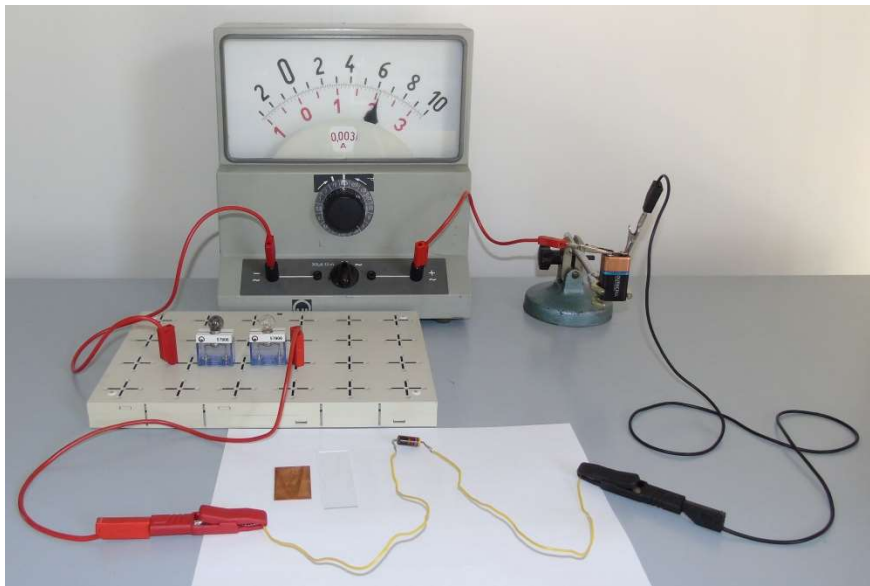


figura 3: il circuito è chiuso ed è inserito un resistore di 4,9 kohm

Nel secondo caso (figura 4) inseriamo un *termistore*, un resistore costituito da una miscela di ossidi metallici semiconduttori. Osserviamo che, alla temperatura ambiente, la corrente nel circuito è bassa, all’incirca come quella che circolava quando al suo posto c’era il resistore.

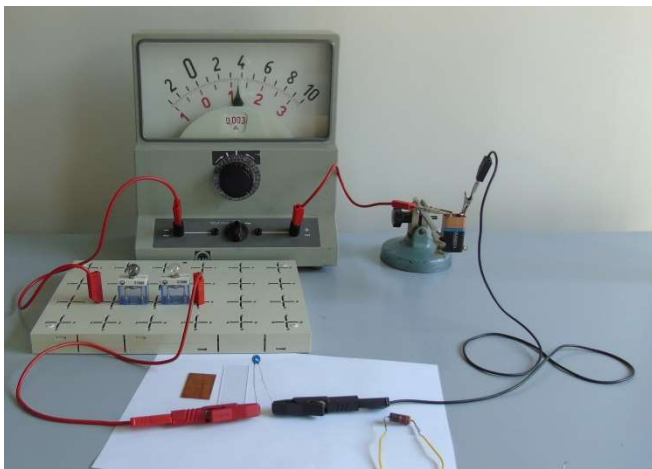


figura 4: il circuito è chiuso ed è inserito un termistore

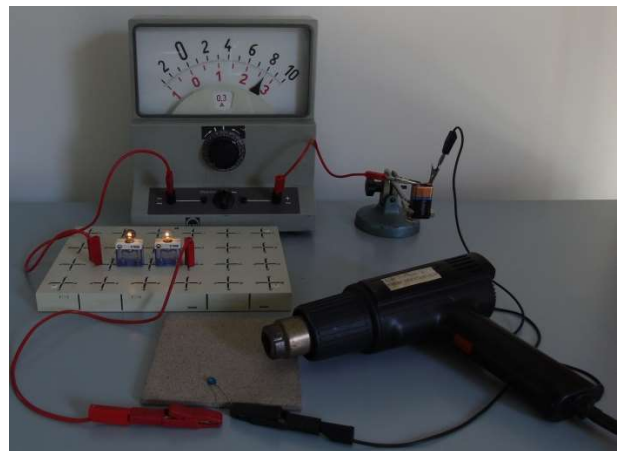


figura 5: il termistore viene riscaldato con aria a 200°C

# Esperimento 1

Se ora riscaldiamo il termistore con aria a 200 °C osserviamo un significativo aumento della corrente che circola nel circuito, abbastanza da far accendere le lampadine, il ch  prova che il termistore quando   caldo riduce notevolmente la sua resistenza elettrica. Essa ritorna ad aumentare, fino ad assumere il valore di partenza, via via che la temperatura del termistore diminuisce, fino a portarsi a quella dell'ambiente.

Il termistore   un dispositivo elettronico utilizzato prevalentemente come *trasduttore* di temperatura, ossia per convertire una variazione di temperatura rilevata in un ambiente in un segnale elettrico.

In questo esperimento il termistore simula il comportamento elettrico che si sarebbe ottenuto se al suo posto avessimo inserito dei corpi costituiti da alcune sostanze che, allo stato puro, presentano spiccate caratteristiche di semiconduzione. I pi  noti e diffusi sono i cristalli degli elementi tetravalenti, in particolare il *germanio* (Ge) e il *silicio* Si.