



aggiornamenti  
laboratorio di didattica della scienza



Università  
di Cagliari

# Elettricità e magnetismo



# Dall'ambra all'elettrone

- ~600 a.C.** Talete di Mileto (ambra, magnetite)
- 1600** William Gilbert (studi sul magnetismo)
- 1747** Benjamin Franklin (cariche positive e negative)
- 1785** Charles Augustine Coulomb (legge di)
- 1799** Alessandro Volta (pila di)

---

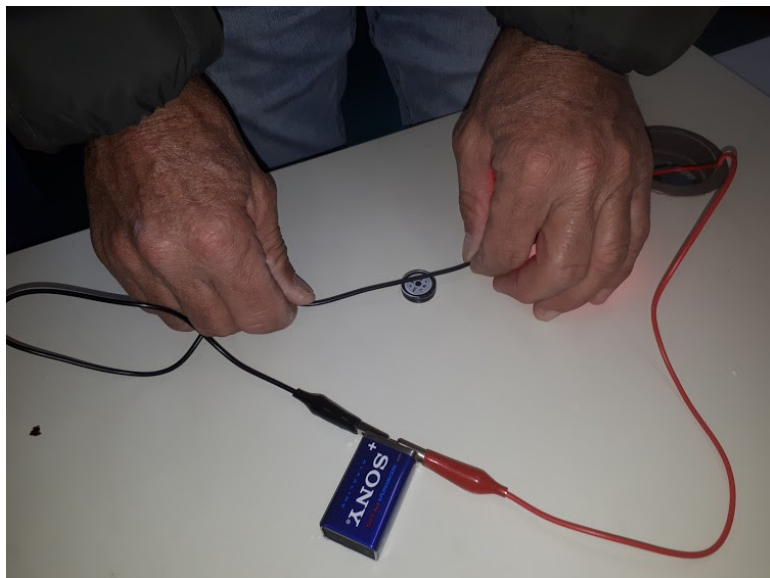
- 1820** Hans Christian Oersted (esperimento di)
- 1826** André Marie Ampère (legge della circuitazione di)
- 1831** Michael Faraday (legge di induzione di)
- 1851** Jean Bernard Léon Foucault (correnti parassite)
- 1865** James Clerk Maxwell (equazioni di)
- 1897** Joseph John Thomson (e/m, modello atomo)
- 1910** Robert Millikan (carica elettrica elementare)

# Correnti e magneti

1. Esperimento di Oersted (1820)
2. Elettrocalamita
3. Magnete + corrente → movimento (motore)
4. Induzione elettromagnetica
5. Magnete + movimento → corrente (dinamo)
6. Correnti di Foucault

# Correnti e magneti

Finora abbiamo sperimentato il comportamento di cariche elettriche “statiche”. Un flusso ordinato di cariche elettriche costituisce una corrente elettrica.



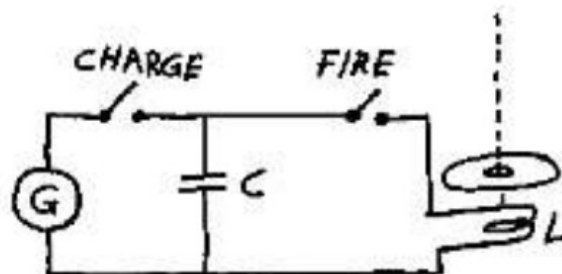
Esperimento di Oersted (1820): un filo percorso da corrente deflette l'ago di una bussola → si comporta come una calamita.

Applicazione pratica all'elettrocalamita in cui si realizzano diversi avvolgimenti con un filo elettrico attorno ad un oggetto ferromagnetico (vite, chiodo, ...) rendendolo magnetizzato solo quando passa corrente.

# Cannone elettromagnetico

Sfrutta le **correnti parassite** (correnti di Foucault) che si instaurano nel disco di alluminio appoggiato sulla bobina

Condensatori da  $1000 \mu\text{F}$  vengono caricati fino a  $900 \text{ V}$  e scaricati su una bobina piatta ben adattata alle caratteristiche del sistema. Un disco di alluminio inizialmente appoggiato sulla bobina viene proiettato con estrema violenza verso l'alto



*Nel disco vengono indotte delle correnti che si oppongono alla variazione del flusso di  $B$  dato dalla bobina: è come se ci fossero un magnete col polo  $N$  diretto verso l'alto e uno col polo  $N$  verso il basso*

*Immagine ripresa con flash elettronico: tempo di posa circa  $1/1000 \text{ s}$ . Notare la traccia del disco in moto.*



# Corrente elettrica

1. Il più semplice circuito elettrico
2. Isolanti e conduttori (previsione/risultato)
3. Resistenza variabile (qualitativa/quantitativa)
4. Circuiti in serie e in parallelo
5. Il LED, la luce del (presente)-futuro:  
polarità, funzionamento (qualitativo)

# Correnti e magneti

Induzione elettromagnetica (Michael Faraday, 1830):  
la variazione del “flusso del campo magnetico” nel  
tempo produce una corrente elettrica indotta (un campo  
magnetico che varia nel tempo genera un campo elettrico)

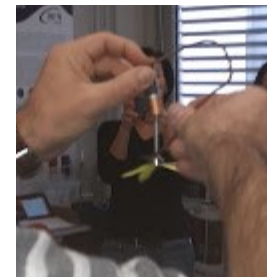


Interazione fra  
un magnete e una  
bobina di Faraday



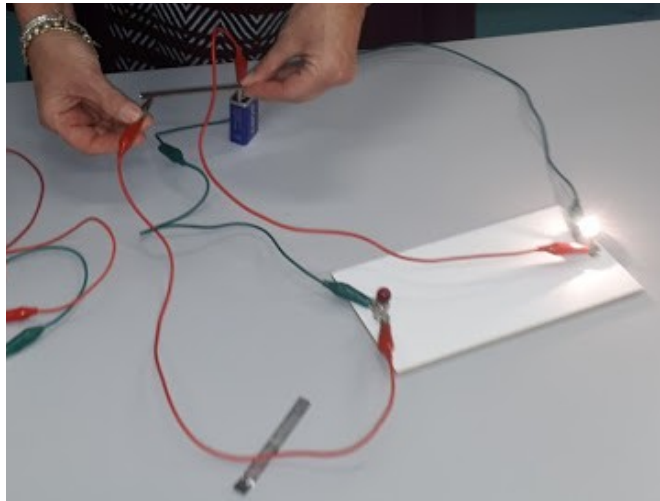
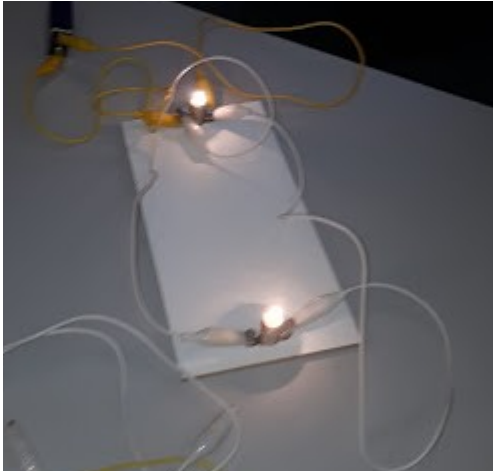
Il motore elettrico si basa sul principio:  
magnete + corrente → movimento

Analogamente, il generatore (dinamo):  
magnete + movimento → corrente



# Circuiti base, serie, parallelo

Elementi di un circuito: pila, utenza (es. lampadina), interruttore. Resistenza variabile con l'uso di una mina: qualitativa (luce + o - intensa) e quantitativa (tester)



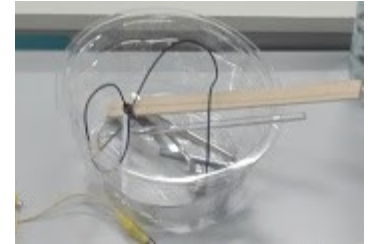
Interruttore  
fai-da-te

**Circuito in serie:** la tensione fornita dalla pila si ripartisce fra le lampadine e la corrente che le attraversa è la stessa. **Circuito in parallelo:** ai capi delle lampadine vi è la stessa tensione fornita dalla pila e una corrente circa doppia. Lo si vede qualitativamente dalla  $>$  o  $<$  luminosità della lampadina ma lo si può misurare col tester (per misure di corrente bisogna collegare il tester in serie!)

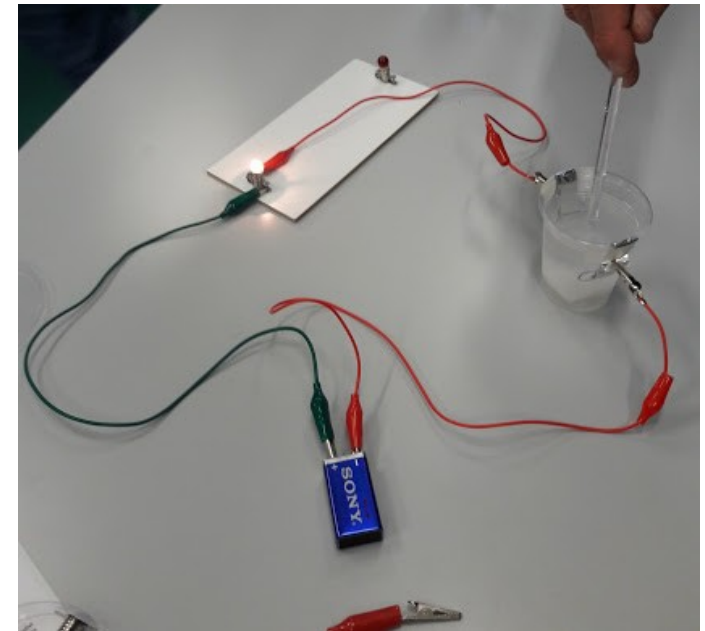


# Prove di conduzione

Ci si può ricollegare alla tabella già realizzata per la proprietà magnetiche dei materiali e sottolineare casi interessanti come Cu e Al.

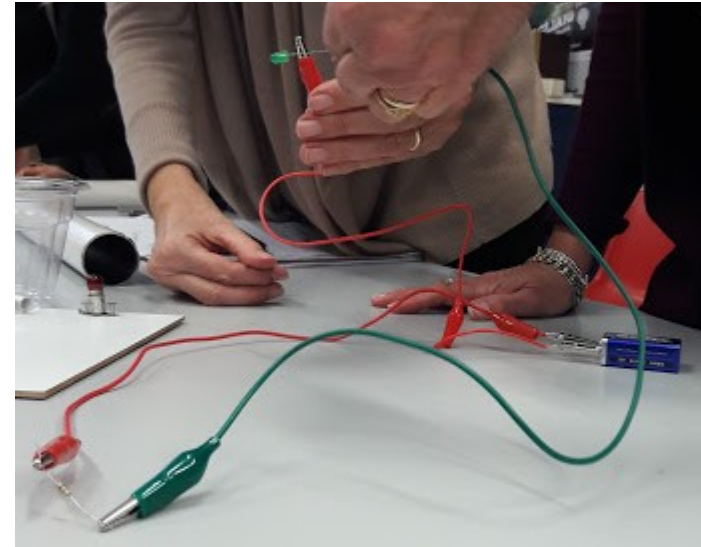
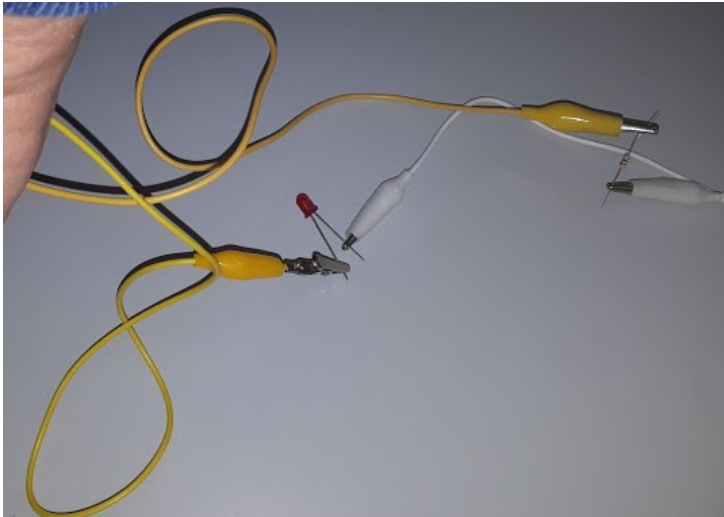


Anche in tal caso si può passare da un'indagine qualitativa ad una quantitativa col tester. In particolare, nel caso della mina (conduttore omogeneo e isotropo) si può osservare che la luminosità varia con continuità al variare della porzione di mina considerata. Si può inoltre verificare che dimezzando o riducendo ad  $\frac{1}{4}$  la mina, si misura una resistenza di  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{4}$  rispetto al valore ottenuto per la mina intera.



# La luce del futuro (già presente)

LED (Light Emitting Diode): in seguito al passaggio di corrente si ha l'emissione di luce (elettro-luminescenza). A differenza della lampadina tradizionale si accende solo se collegato con la giusta polarità. Se si alimenta un LED con una pila da 4.5 o 9V occorre collegarlo in serie una resistenza opportuna per non bruciarlo.



Il LED offre diversi vantaggi rispetto alle lampadine tradizionali: è meno fragile, non si scalda, non ha componente UV ma soprattutto consuma molto meno, come si può verificare con un tester →

# Misure col tester

## a. Lampadina tradizionale alimentata a 9V

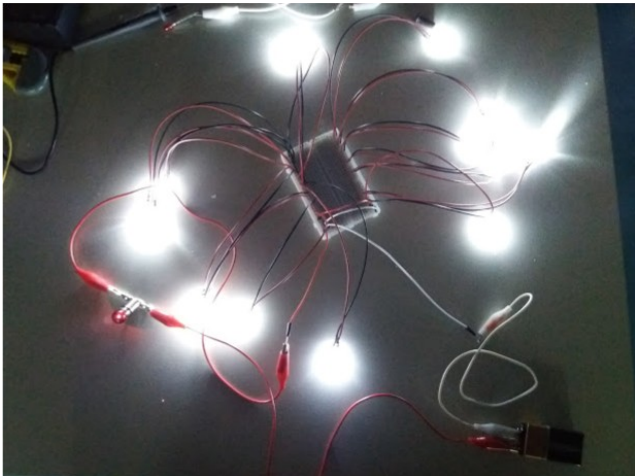
|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| Voltaggio alla lampadina   | $V=7.5 \text{ V}$           |
| Intensità di corrente      | $I=0.3 \text{ A}$           |
| Resistenza della lampadina | $R=25 \text{ } \Omega$      |
| La potenza dissipata è     | $P=V \cdot I=2.3 \text{ W}$ |

## b. LED rosso collegato in serie a $R^* = 450 \text{ } \Omega$

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| Voltaggio ai capi di $R^*$ | $V^*=6.8 \text{ V}$             |
| Voltaggio ai capi del LED  | $V=2.0 \text{ V}$               |
| Intensità di corrente      | $I=15 \text{ mA}$               |
| Potenza dissipata al LED   | $P_{\text{LED}}=0.03 \text{ W}$ |
| Potenza dissipata ad $R^*$ | $P_{\text{R}^*}=0.10 \text{ W}$ |
| Potenza totale dissipata   | $P_{\text{tot}}=0.13 \text{ W}$ |

# Conduzione dell'acqua

1. Preso un bicchiere con due elettrodi artigianali (carta d'alluminio) si può mostrare che con l'aggiunta d'acqua non si riesce ad accendere una lampadina tradizionale ma si accende un LED (collegato con la giusta polarità).
2. Se poi si aggiunge un po' di sale da cucina si riesce ad accendere anche la lampadina. E' interessante misurare la corrente nel corso dell'esperimento.



3. Dal confronto fra le correnti in gioco si deduce che la corrente necessaria ad accendere la lampadina ad incandescenza (collegata in serie alla pila) consente di accendere 15-20 LED collegati in parallelo.