



Lattes

# Elettricità e magnetismo



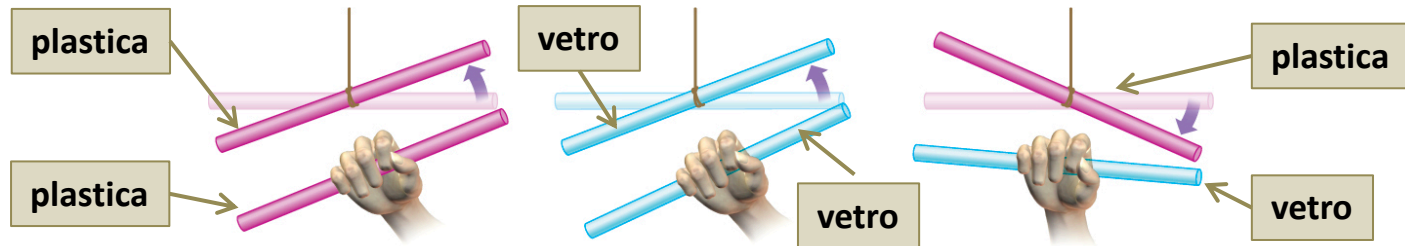
# Che cos'è l'elettricità

Gli antichi Greci avevano notato che l'ambra, una resina fossile, quando veniva strofinata con un panno di lana, attirava polvere e piume. Questo fenomeno ha preso il nome di **elettricità** (da *elektron*, il nome greco dell'ambra). L'elettricità è una **proprietà della materia**.

Alcune sostanze come il vetro e la plastica, quando vengono strofinate, accumulano elettricità sulla loro superficie. Questo tipo di elettricità, che permane per un certo tempo, si chiama **elettricità statica**.

Se strofini con la lana due bacchette di plastica o di vetro e tenti di avvicinarle, queste si respingono. Invece una bacchetta di plastica e una di vetro si attraggono.

Questo succede perché **esistono due tipi di carica elettrica: positiva e negativa**. In alcune sostanze (come il vetro) la carica è positiva, in altre (come la plastica) è negativa. I corpi che hanno **carica dello stesso segno si respingono**, quelli che hanno **carica di segno opposto si attraggono**.



# Che cos'è l'elettricità

Prendiamo una bacchetta di plastica e carichiamola elettricamente strofinandola con forza su un panno di lana.

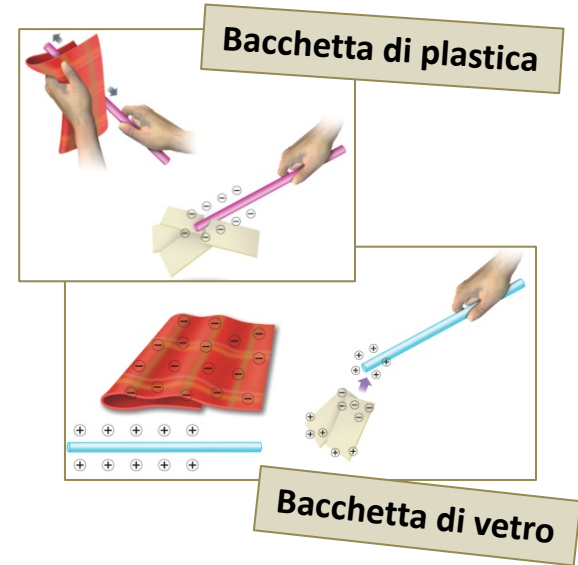
Se l'avviciniamo ad alcuni pezzetti di carta, osserviamo che la bacchetta li attira.

Lo stesso fenomeno si verifica usando una bacchetta di vetro.

Un corpo carico elettricamente, avvicinato a un altro, produce una separazione di cariche: allontana quelle dello stesso segno e attira quelle di segno opposto.

Questo fenomeno si chiama **induzione elettrostatica**.

La quantità di elettricità presente in un corpo si chiama **carica elettrica** e la sua unità di misura è il **coulomb (C)**, dal nome dello scienziato Charles Augustin de Coulomb.



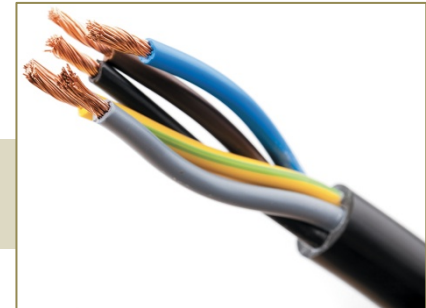
# Conduttori e isolanti

In alcuni materiali, come i metalli, gli elettroni più lontani dal nucleo sono legati piuttosto debolmente ai loro atomi e sono liberi di muoversi.

Le sostanze e i corpi in cui **le cariche elettriche si possono muovere liberamente** si chiamano **conduttori**. Date le loro caratteristiche, i **metalli** sono tutti conduttori; i migliori conduttori sono l'argento, il rame e l'alluminio. Altri conduttori sono la grafite, le soluzioni e l'acqua stessa, che contiene sali disciolti.

In altri materiali, invece, gli elettroni sono fortemente legati ai loro atomi e non sono liberi di muoversi. Le sostanze e i corpi in cui **le cariche elettriche non si possono muovere liberamente** si chiamano **isolanti**. Esempi di materiali isolanti sono: la plastica, la porcellana, il legno, la gomma, il vetro, il cotone e la seta.

I fili elettrici sono di rame, uno dei migliori conduttori, rivestiti di uno strato di gomma o di plastica isolante.



# La corrente elettrica

Le forze elettriche si comportano come le forze gravitazionali: quindi è possibile paragonare il comportamento delle cariche elettriche a quello delle masse dei corpi sulla Terra.

Un corpo che si trova a una certa altezza possiede una certa **energia potenziale**. Se viene lasciato cadere, trasforma la sua energia potenziale in **energia cinetica**. Durante il suo spostamento il corpo compie un **lavoro**.

La stessa cosa succede con le cariche elettriche. In un **conduttore ogni unità di carica possiede un'energia potenziale**, che viene anche chiamata **potenziale elettrico**. Tra due estremi di un conduttore si crea un "dislivello elettrico", chiamato **differenza di potenziale (d.d.p.)** o **tensione**. L'unità di misura della differenza di potenziale è il **volt (V)**, dal nome del fisico italiano Alessandro Volta. Poiché il lavoro si misura in joule, mentre le cariche si misurano in coulomb, la **differenza di potenziale si misura in J/C**.

Tra due punti di un conduttore c'è la differenza di potenziale di 1 volt quando per spostare una carica di 1 coulomb da un punto all'altro bisogna compiere il lavoro di 1 joule.

$$1\text{ V} = \frac{1\text{ J}}{1\text{ C}}$$



# La corrente elettrica

Quando c'è una **differenza di potenziale** tra due estremi di un conduttore, ad esempio i due capi di un filo metallico, **gli elettroni si muovono da un capo all'altro**. Il movimento degli **elettroni è la corrente elettrica**; nel filo passa quindi corrente.

Si chiama **intensità di corrente (I)** la **quantità di carica elettrica che passa in una sezione di un filo elettrico in un secondo**.

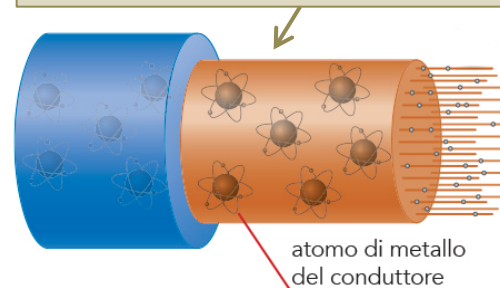
L'intensità di corrente si misura in **ampere (A)**, in onore del fisico e matematico francese André Marie Ampère.

In un filo elettrico passa la corrente di 1 ampere quando attraverso ogni sua sezione passa una carica di 1 coulomb al secondo.

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}$$

Lo strumento che misura l'intensità di corrente è l'**amperometro**.

Gli elettroni più esterni degli atomi si liberano e si spostano lungo il conduttore: il loro movimento è la corrente elettrica.





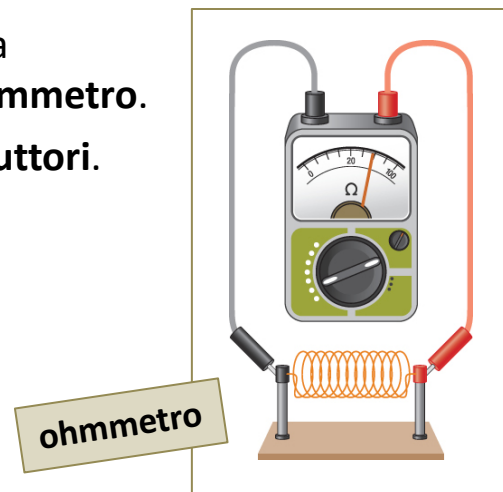
# La resistenza e le leggi di Ohm

In un conduttore l'intensità della corrente elettrica dipende dagli ostacoli che gli elettroni incontrano sul loro cammino: rimbalzano continuamente urtando contro gli atomi che costituiscono il conduttore. Il movimento degli elettroni incontra cioè una certa resistenza che causa una diminuzione dell'intensità di corrente.

La **resistenza elettrica** ( $R$ ) è la **capacità di un corpo di opporsi al passaggio della corrente elettrica**.

L'unità di misura della resistenza è l'**ohm** (simbolo  $\Omega$ , lettera greca che si legge *omega*). Lo strumento che misura la resistenza è l'**ohmmetro**.

Il fisico Georg Simon Ohm scoprì **due leggi valide per tutti i conduttori**.



# La resistenza e le leggi di Ohm

## PRIMA LEGGE DI OHM

Differenza di potenziale, intensità di corrente e resistenza sono grandezze legate tra loro.

**L'intensità di corrente è direttamente proporzionale alla differenza di potenziale e inversamente proporzionale alla resistenza.**

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

## SECONDA LEGGE DI OHM

La resistenza dipende dalle caratteristiche del conduttore. Gli elettroni trovano meno resistenza in un filo corto che in uno lungo e si muovono con più facilità in un filo spesso perché hanno più spazio. Ogni materiale ha una resistenza particolare che si chiama **resistività** (simbolo  $\rho$ , lettera greca che si legge *ro*). I conduttori hanno bassa resistività, gli isolanti hanno resistività elevata.

**La resistenza di un filo conduttore è direttamente proporzionale alla sua lunghezza, inversamente proporzionale alla sua sezione (cioè al suo spessore) e dipende dal materiale di cui è fatto.**

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





# Gli effetti della corrente elettrica

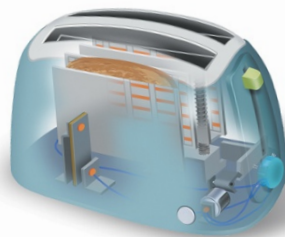
## L'EFFETTO TERMICO

La corrente elettrica è dovuta al movimento degli elettroni attraverso un conduttore, ad esempio un filo elettrico.

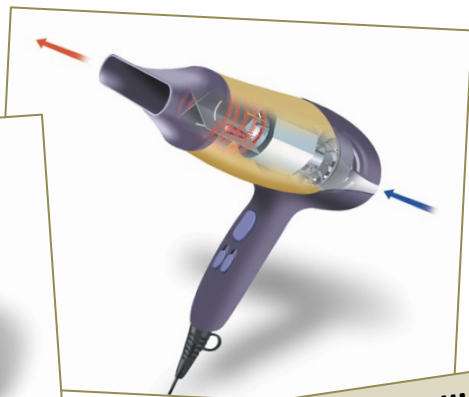
Al passaggio della corrente **il filo elettrico si riscalda perché gli elettroni incontrano la resistenza del conduttore e cedono energia sotto forma di calore**. Maggiore è la resistenza che incontrano, maggiore è l'energia che cedono.

Questo effetto si chiama **effetto termico**.

Molti elettrodomestici lo utilizzano per produrre calore: per esempio, l'asciugacapelli, il ferro da stiro, la lavatrice, il tostapane.



tostapane



asciugacapelli

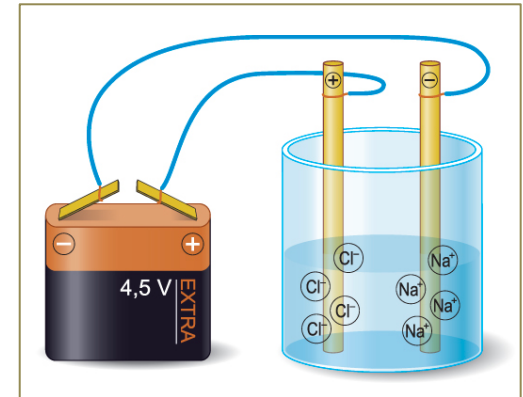
# Gli effetti della corrente elettrica

## L'EFFETTO CHIMICO

Quando si fa passare la corrente attraverso alcuni tipi di soluzioni, si osserva che anch'esse conducono la corrente, anche se il meccanismo è differente da quello che si verifica in un filo metallico. Alcune sostanze, come gli acidi, le basi e i sali, sciolte in acqua si dissociano in **ioni positivi** e **ioni negativi**.

Se in una soluzione di cloruro di sodio (NaCl) introduciamo due barrette metalliche (**elettrodi**) collegate ai due poli di una pila, fra di essi si stabilisce una differenza di potenziale. Gli ioni positivi vengono attratti dall'elettrodo negativo (**catodo**), gli ioni negativi dall'elettrodo positivo (**anodo**); il flusso di ioni mantiene il passaggio della corrente elettrica.

Questo procedimento si chiama **elettrolisi** e può essere usato per separare due sostanze in una soluzione.



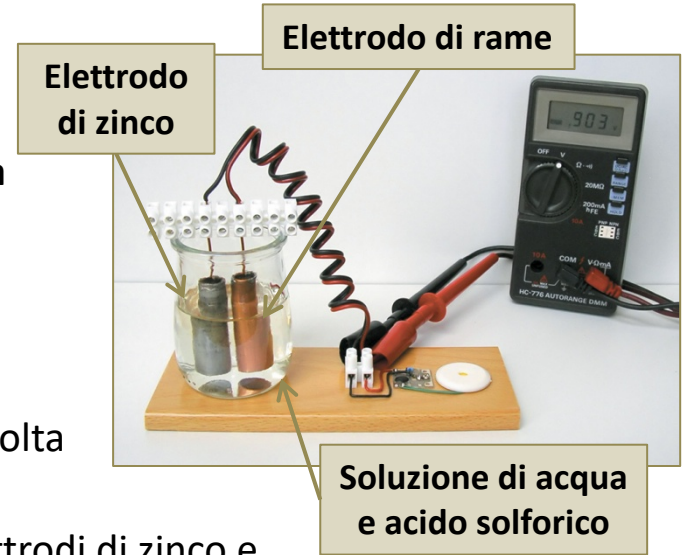
# La pila

Il funzionamento della **pila** si basa sull'effetto chimico della **corrente elettrica**. In una pila, **due elettrodi**, uno positivo e l'altro negativo, vengono **immersi in una soluzione** e, sfruttando la **differenza di potenziale** che c'è nel liquido, generano **corrente elettrica**.

La **pila** fu inventata alla fine del Settecento da Alessandro Volta e fu il primo generatore di corrente della storia.

Le **pile moderne** sono costituite da celle, che utilizzano elettrodi di zinco e di carbone immersi in una pasta di cloruro d'ammonio o di cloruro di zinco. Dopo un certo periodo di tempo, però, la reazione elettrochimica si arresta, la pila si scarica e non si può più utilizzare.

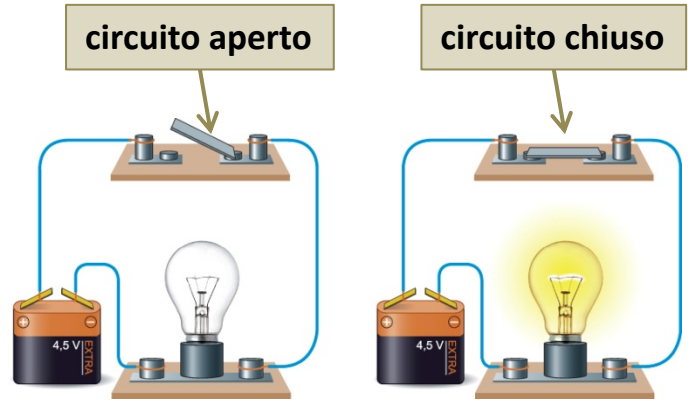
Le **pile alcaline**, che hanno una durata maggiore, utilizzano una pasta a base di un metallo alcalino, come il potassio. Anche le **batterie delle automobili** funzionano con lo stesso principio ma, a differenza delle pile, si possono ricaricare facendovi passare corrente.



Pile alcaline

# I circuiti elettrici

Un **circuito elettrico** è formato da un **generatore di corrente**, un **filo conduttore**, un **utilizzatore** (ad esempio una lampadina o un elettrodomestico, che hanno una certa **resistenza**) e un **interruttore** che apre e chiude il circuito. Quando il **circuito è chiuso passa corrente**, quando è **aperto la corrente non passa**.



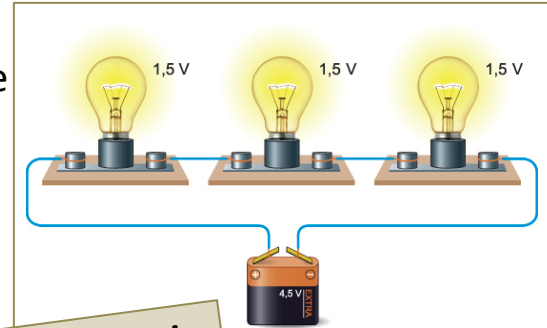
L'utilizzatore ha in genere una resistenza abbastanza grande; in questo modo il circuito può essere attraversato da un'intensità di corrente non troppo alta, in modo che il calore non bruci il filo. Se due fili del circuito vengono a contatto prima che la corrente passi attraverso l'utilizzatore, il circuito si chiude, diventa più corto e la resistenza diminuisce. Essendo **costante la differenza di potenziale**, per la **prima legge di Ohm** una **diminuzione della resistenza corrisponde a un aumento dell'intensità della corrente**: il filo si riscalda fino a fondersi e il circuito si interrompe. Si verifica un **cortocircuito**.

Negli impianti domestici sono presenti alcuni dispositivi, i **salvavita**, che interrompono il circuito sia in caso di cortocircuito, sia in caso di sovraccarico degli utilizzatori.

# I circuiti elettrici

## CIRCUITI IN SERIE

Quando addobbi l'albero di Natale con le lampadine colorate, osservi che inserendo la spina tutte le luci si illuminano contemporaneamente. Un circuito in cui gli **utilizzatori** (in questo caso le lampadine) **sono collegati uno dopo l'altro** si dice **collegato in serie**.

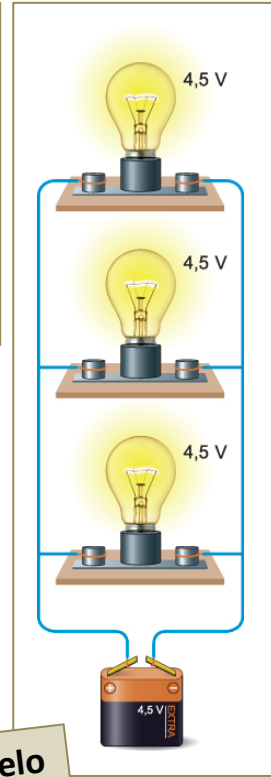


circuito in serie

## CIRCUITI IN PARALLELO

Nelle abitazioni, invece, **ogni lampadina è collegata alla rete indipendentemente dalle altre**: questo tipo di collegamento si dice **in parallelo**.

Quando nel circuito in serie brucia una lampadina, anche tutte le altre lampadine si spengono perché non passa più corrente. Nel circuito in parallelo ciò non accade.



circuito in parallelo

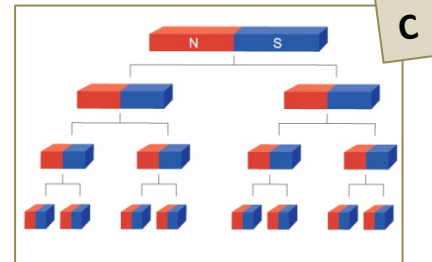
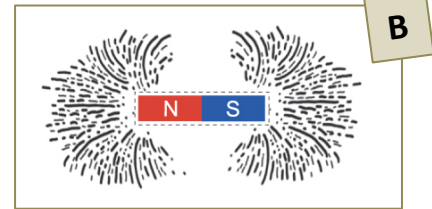
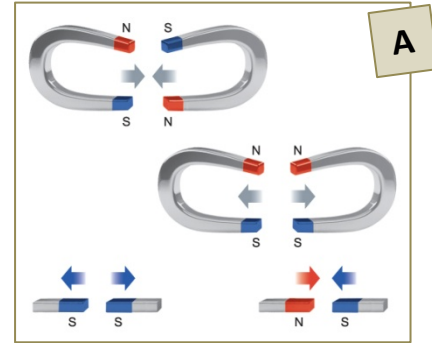
# Il magnetismo

Se avvicini una calamita a un oggetto di ferro, questo viene attirato. La proprietà che alcune sostanze hanno di attirare certi corpi metallici si chiama **magnetismo**.

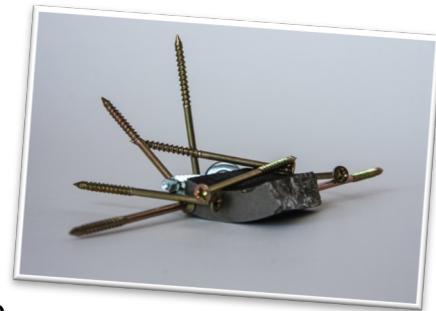
Avvicinando due calamite, puoi vedere che due estremità si attraggono, mentre altre due si respingono (A). Le estremità della calamita sono chiamate **poli magnetici**: si distinguono in **polo Nord (N)** e **polo Sud (S)**.

Intorno a una calamita si crea un **campo magnetico**, cioè **uno spazio in cui agiscono le forze magnetiche**, che può essere visualizzato usando, ad esempio, limatura di ferro. Le **linee di forza** del campo magnetico si dispongono in **semicerchi concentrici che convergono verso i due poli** (B).

Forza elettrica e forza magnetica hanno molte proprietà in comune, ma a differenza delle cariche elettriche, che si possono separare, **i poli magnetici non si separano**. Se si spezza in due una calamita, non si trovano due poli separati ma due nuove calamite, ognuna con un polo Nord e un polo Sud (C).



# Il magnetismo



Alcune sostanze possiedono naturalmente proprietà magnetiche e perciò sono dette **magneti naturali**. È un magnete naturale la **magnetite**, un ossido di ferro. Altre sostanze possono acquistare proprietà magnetiche quando vengono sottoposte a determinati trattamenti e sono quindi dette **magneti artificiali**. Sono magneti artificiali alcuni metalli, come il ferro, il cobalto e il nichel, e molti loro composti.

Si possono **magnetizzare artificialmente** alcuni corpi:

- per **strofinio**, strofinando sul corpo, sempre nello stesso senso, una calamita;
- per **contatto**, mettendo la calamita a contatto del corpo per un certo tempo;
- per **induzione**, avvicinando la calamita al corpo.

Una volta magnetizzati, alcuni materiali, come l'acciaio, mantengono questa proprietà e quindi si parla di **magnetizzazione permanente**. Altri materiali, invece, come il ferro dolce, perdono la magnetizzazione dopo un certo periodo di tempo e quindi si parla di **magnetizzazione temporanea**. I magneti temporanei possono essere smagnetizzati per effetto del calore oppure se vengono colpiti ripetutamente con forza.



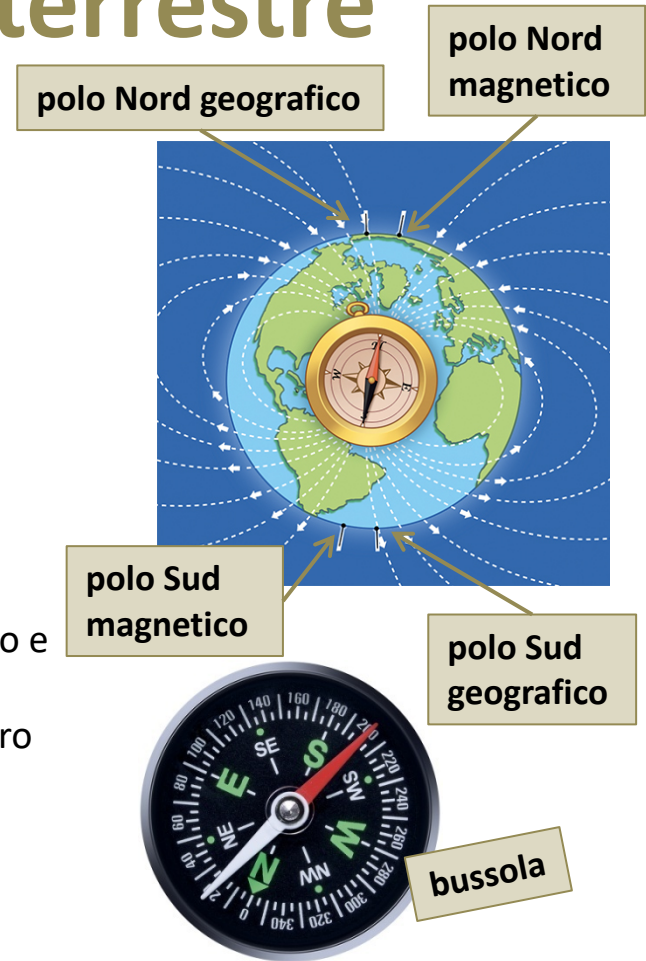
# Il campo magnetico terrestre

La Terra si comporta come un'enorme calamita e possiede un **polo Nord** e un **polo Sud magnetici**.

Il **nucleo** interno della Terra è composto soprattutto da **ferro** e da **nichel**: si pensa che gli atomi di questi metalli, a causa della rotazione terrestre, si orientino per la maggior parte nella stessa direzione, conferendo **proprietà magnetiche all'intero pianeta**.

I **poli magnetici non coincidono con quelli geografici** ma ne distano di circa 1600 km. La retta che congiunge i poli magnetici forma con l'asse terrestre un angolo, l'**angolo di declinazione magnetica**.

Come succede per le calamite, anche **intorno alla Terra si crea un campo magnetico**: un corpo, libero di muoversi, ne viene influenzato e si dispone secondo il polo Nord e il polo Sud terrestri. Su questo principio si basa la **bussola**, costituita da un ago magnetico che, libero di ruotare attorno a un perno, si allinea lungo le linee del campo magnetico terrestre, indicando il polo Nord magnetico.



# Magnetismo ed elettricità

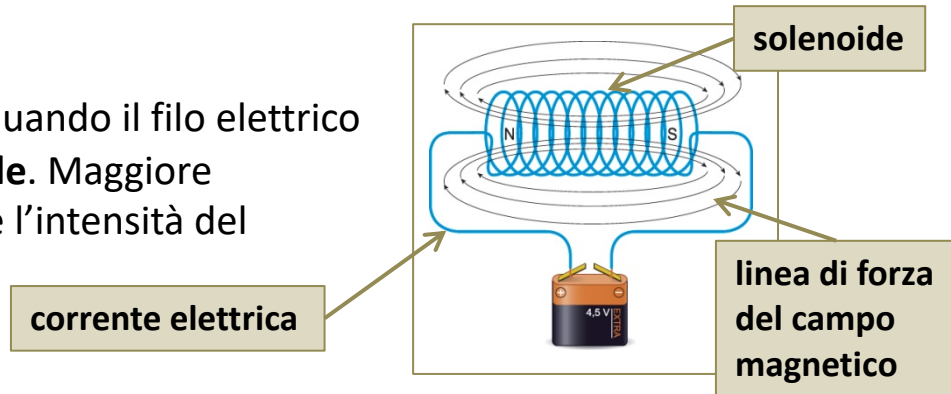
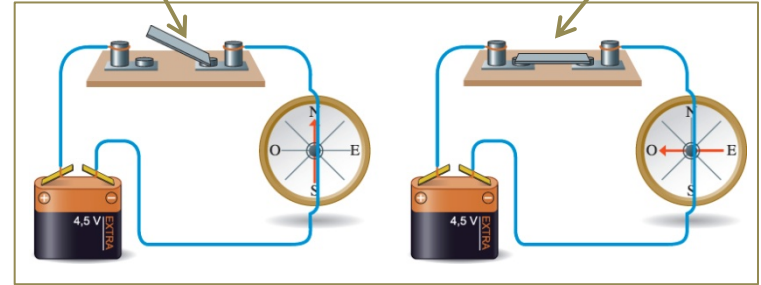
## LA CORRENTE ELETTRICA CREA UN CAMPO MAGNETICO

Il **passaggio di corrente elettrica** in un **filo elettrico** crea un debole **campo magnetico**. Accostando una bussola al filo si osserva che l'ago non si orienta in direzione dei poli magnetici terrestri, ma perpendicolarmente al filo stesso. Questo accade perché le linee di forza del campo magnetico sono perpendicolari alla corrente in ogni punto.

Il campo magnetico diventa ancora più intenso quando il filo elettrico viene avvolto a spirale, cioè si forma un **solenoid**. Maggiore è il numero delle spire del solenoide, maggiore è l'intensità del campo magnetico.

Quando il circuito è aperto e non passa corrente, l'ago della bussola è orientato verso Nord.

Quando il circuito è chiuso e passa corrente, l'ago della bussola si orienta perpendicolarmente al filo.



# Magnetismo ed elettricità

## L'ELETTROCALAMITA

Un filo elettrico in cui passa corrente, avvolto intorno a una bacchetta di ferro, la magnetizza e si ottiene un'**elettrocalamita**. L'effetto dura fino a quando passa la corrente elettrica.

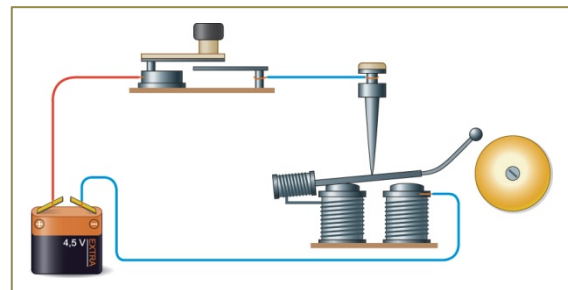
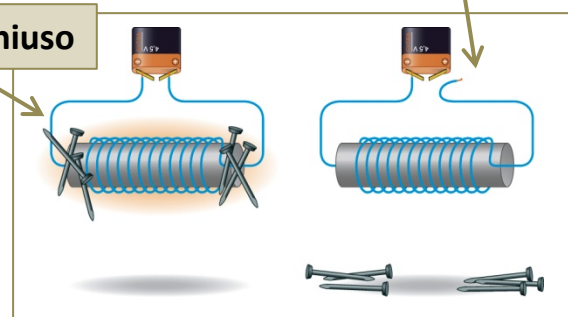
Questo effetto si sfrutta tutte le volte che è necessario usare una "calamita temporanea", ad esempio nel funzionamento del campanello di casa.

Premendo l'interruttore, il circuito si chiude e passa la corrente elettrica. Quando l'elettrocalamita attiva il martelletto che batte sulla campana e se ne allontana, il circuito si interrompe.

Una molla riporta il martelletto nella posizione di partenza, richiudendo il circuito. Il processo si ripete molte volte al secondo, così veloce che il suono sembra continuo.

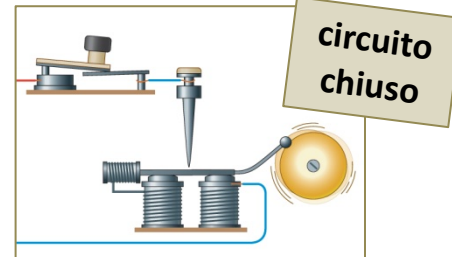
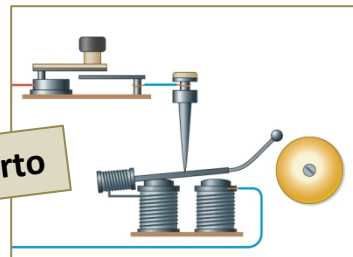
circuito chiuso

circuito aperto



circuito aperto

circuito chiuso



# Magnetismo ed elettricità

## UN CAMPO MAGNETICO GENERA CORRENTE ELETTRICA

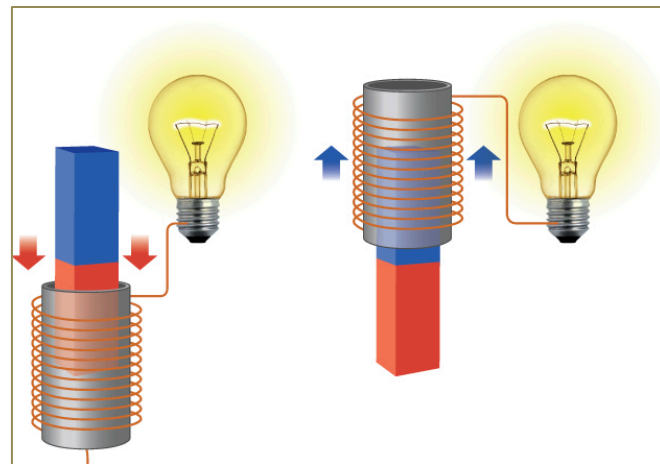
Supponiamo di **avvolgere un solenoide attorno a una calamita** e di collegare una lampadina che evidenzii il passaggio di corrente.

Se manteniamo fermi sia il solenoide sia la calamita non si osserva passaggio di corrente.

Se invece **facciamo muovere il solenoide** rispetto alla calamita **oppure la calamita** rispetto al solenoide, **nel filo si genera corrente elettrica**.

La **variazione del campo magnetico della calamita** dovuta allo spostamento relativo dei due oggetti **provoca una differenza di potenziale nel filo elettrico**.

Questo fenomeno si chiama **induzione elettromagnetica**.



# Le onde elettromagnetiche

I fenomeni elettrici e quelli magnetici sono strettamente correlati. Questa relazione fu studiata, nel XIX secolo, dal matematico e fisico scozzese James Clerk Maxwell.

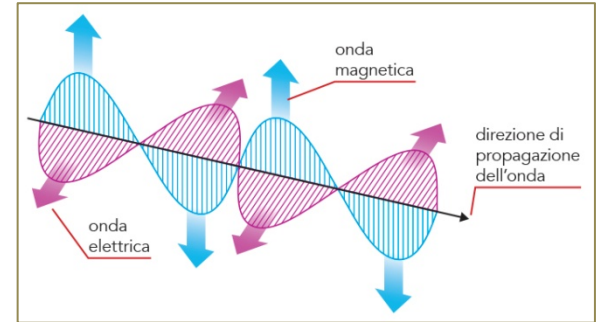
Un campo elettrico che varia nel tempo genera un campo magnetico, anch'esso variabile. A sua volta, il campo magnetico variabile genera un campo elettrico variabile e così via.

**Il campo elettrico e il campo magnetico si generano a vicenda e variano nel tempo (cioè oscillano) in modo simile.**

Le oscillazioni contemporanee di questi due campi producono quelle che Maxwell chiamò **onde elettromagnetiche** perché hanno la forma di un'onda, o meglio, di una **sinusoide**, il cui punto più alto si chiama **cresta**, quello più basso **ventre**.

Queste onde si propagano alla **stessa velocità con cui si propaga la luce** (circa 300.000 km/s); Maxwell propose perciò l'ipotesi che la **luce fosse composta da onde elettromagnetiche**.

Negli anni seguenti le ipotesi di Maxwell furono confermate e si scoprì che molte altre radiazioni sono onde elettromagnetiche.



# Le onde elettromagnetiche

Le onde elettromagnetiche sono caratterizzate da alcuni **parametri**:

- la **lunghezza d'onda**  $\lambda$  (si legge *lambda*) è la **distanza minima tra due creste o due ventri successivi**.

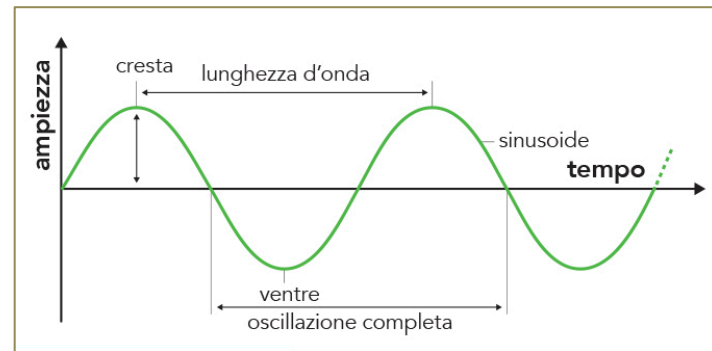
La sua unità di misura è il metro;

- l'**ampiezza**  $A$  è la **distanza tra la cresta, o il ventre, e l'asse di propagazione dell'onda**. La sua unità di misura è il metro;

- la **frequenza**  $\nu$  (si legge *ni*) è il **numero di oscillazioni che l'onda compie in un secondo**. La sua unità di misura è l'hertz (Hz);

- il **periodo**  $T$  è l'**intervallo di tempo**, misurato in secondi, **in cui avviene un'oscillazione completa**;

- la **velocità di propagazione**  $v$  è la **velocità con cui l'oscillazione si sposta e assume valori diversi** a seconda del mezzo in cui l'onda si propaga.



$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times \nu$$

# Le onde elettromagnetiche

Le onde elettromagnetiche hanno **proprietà diverse** a seconda della loro lunghezza d'onda (o frequenza).

L'insieme delle possibili onde elettromagnetiche forma lo **spettro elettromagnetico**.

