

# **CLASSE IV- Opzione 2**

## **Corsi supplementari di scienze naturali**

# **L'ENERGIA ELETTRICA**

## L'energia elettrica

### 1. Il magnetismo

- E 2.1. Calamite e poli magnetici.
- E 2.2. Poli magnetici e magnetismo terrestre.
- E 2.3. Attrazione e repulsione fra i poli magnetici.
- E 2.4. Magnetizzazione per induzione.
- E 2.5. Calamite spezzate.
- E 2.6. Campo magnetico e linee di forza.

### 2. Generatori di corrente elettrica

- E 2.7. Cella elettrochimica.
- E 2.8. Cella fotovoltaica.
- E 2.9. Alternatore e dinamo.

### 3. Effetti della corrente elettrica

- E 2.10. Effetto magnetico della corrente elettrica.
- E 2.11. Effetto chimico: l'elettrolisi.
- E 2.12. Effetto termico: fornello elettrico.

### 4. Circuiti elettrici

- E 2.13. Conduttori e isolanti.
- E 2.14. Accensione di una lampadina.
- E 2.15. Lampadine in parallelo.
- E 2.16. Lampadine in serie.
- E 2.17. Lampadine in serie e parallelo.
- E 2.18. Circuito di commutazione.
- E 2.19. Legge di Ohm.
- E 2.20. Corrente continua e corrente alternata.
- E 2.21. Il trasformatore.
- E 2.22. Il diodo come raddrizzatore.

## E 2.1. Calamite e poli magnetici

### 1. Scopo

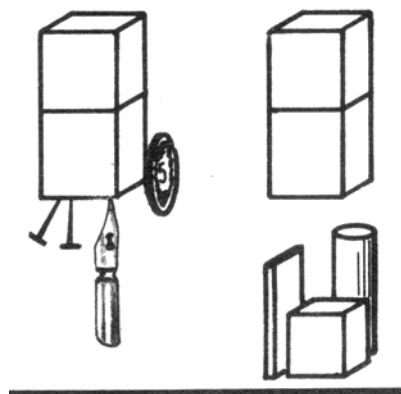
In natura esiste un minerale, la magnetite (ossidi di ferro), che ha la proprietà di attirare oggetti di ferro.

### 2. Materiale

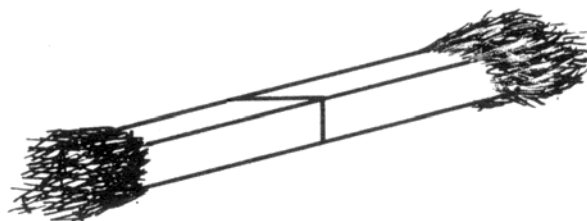
- barra magnetica
- limatura di ferro
- oggetti ferrosi e non ferrosi
- cartoncino

### 3. Procedimento

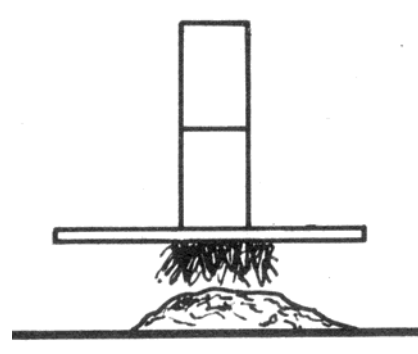
1. Avvicinare alle estremità della barra magnetica oggetti di vari materiali ed annotare quali vengono attirati.



2. Versare della limatura di ferro sulla barra magnetica ed osservare che l'effetto magnetico è maggiore alle estremità (poli della calamita).



3. Versare sul banco della limatura di ferro e coprire con il cartoncino. Appoggiare la calamita verticalmente sopra il cartoncino e sollevarlo. Osservare che il magnetismo agisce anche a distanza attraverso l'aria o corpi non magnetici.



**E 2.2. Poli magnetici e magnetismo terrestre****1. Scopo**

I poli magnetici possono essere differenziati.

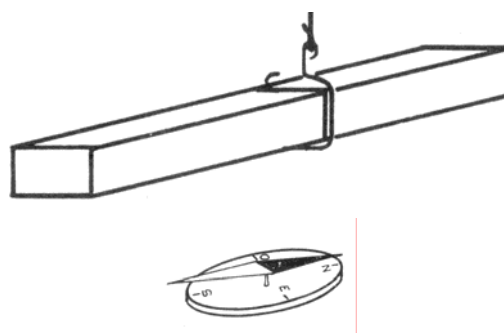
Una calamita diritta sospesa in modo da poter girare liberamente si orienta sempre nella direzione geografica nord-sud e sempre con la stessa estremità verso il nord geografico.

**2. Materiale**

- barra magnetica
- filo flessibile
- bussola

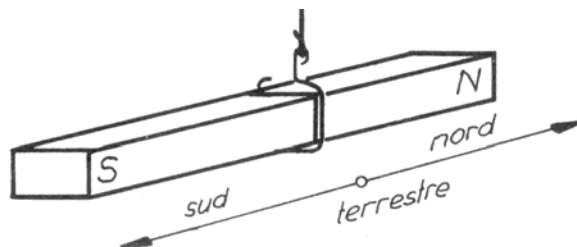
**3. Procedimento**

1. Sospendere, utilizzando il filo flessibile, la barra magnetica per il suo baricentro come mostra la figura accanto.
2. Rilevare, utilizzando la bussola, l'orientamento assunto dalla barra.
3. Dare un nome ai poli magnetici in funzione del loro orientamento geografico.

**Osservazioni**

Il fatto che ovunque andiamo la barra magnetica si dirige all'incirca secondo la direzione del meridiano geografico, indica che in tutti i luoghi della terra esiste un campo magnetico.

L'estremità del magnete sospeso, rivolta verso il nord geografico, si chiama polo magnetico nord e l'altra polo magnetico sud.



## E 2.3. Attrazione e repulsione fra i poli magnetici

### 1. Scopo

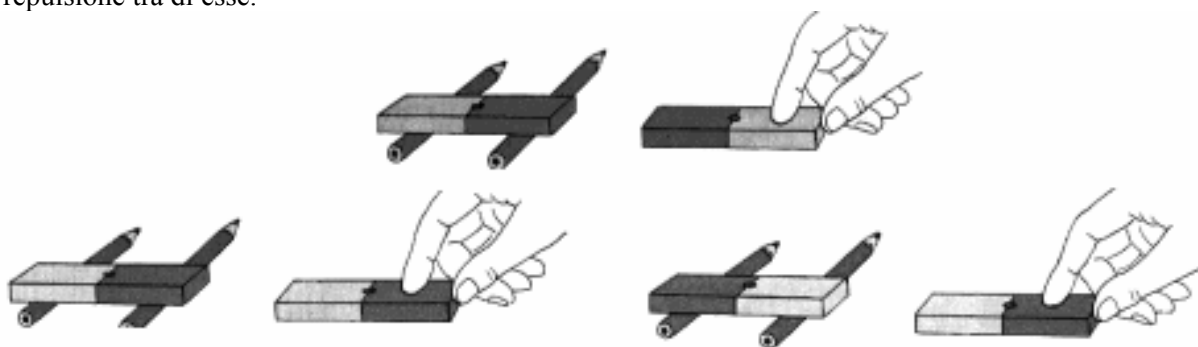
Poli magnetici di nome uguale si respingono mentre poli magnetici di nome diverso si attraggono.

### 2. Materiale

- 2 barre magnetiche
- 2 matite cilindriche

### 3. Procedimento

1. Avvicinare le barre magnetiche come mostra la figura sottostante e osservare l'attrazione o la repulsione tra di esse.



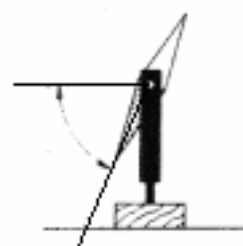
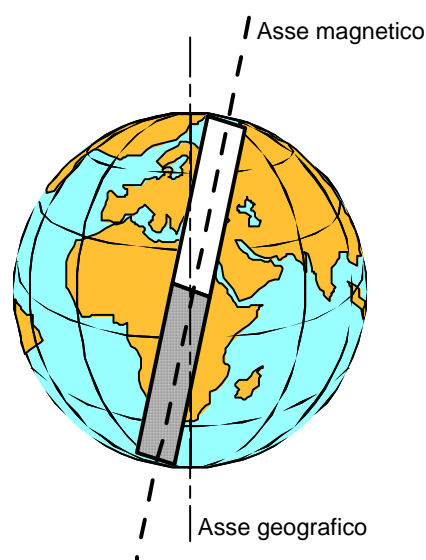
### Osservazioni

Questi fatti permettono di affermare che la terra è come un enorme debole magnete di origine ancora sconosciuta. È come se lungo l'asse terrestre fosse sepolta una barra magnetizzata con polo magnetico sud in prossimità del polo geografico nord e viceversa.

L'ago magnetico forma quindi un angolo con il meridiano del luogo. Questo angolo si chiama angolo di declinazione magnetica e, nelle nostre regioni, è di circa  $6^\circ$ .

Un ago magnetico sospeso con un perno orizzontale si inclina nettamente rispetto al piano orizzontale. Alle nostre latitudini l'inclinazione magnetica è di circa  $60^\circ$ . Essa sarà nulla all'equatore e di  $90^\circ$  in prossimità del polo nord.

Nell'emisfero sud i valori saranno negativi.



## E 2.4. Magnetizzazione per induzione

### 1. Scopo

Esiste la possibilità di fabbricare altri magneti partendo da un magnete permanente.

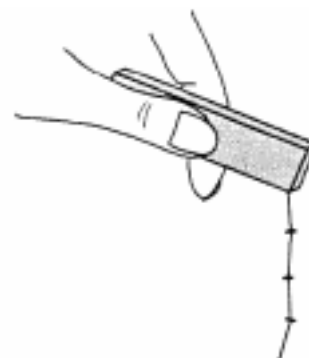
### 2. Materiale

- calamita dritta
- chiodi di ferro lunghi circa 20 mm
- chiodi o spilli d'acciaio

### 3. Procedimento

*I chiodini non devono essere magnetizzati prima dell'esperienza!*

1. Sospendere uno dei chiodini a un polo della calamita.
2. Sospendere un secondo chiodino, un terzo, un quarto, ecc., all'estremità inferiore del primo.
3. Staccare delicatamente la catena di chiodini dalla calamita: i chiodini si staccano progressivamente uno dall'altro.



### Osservazioni

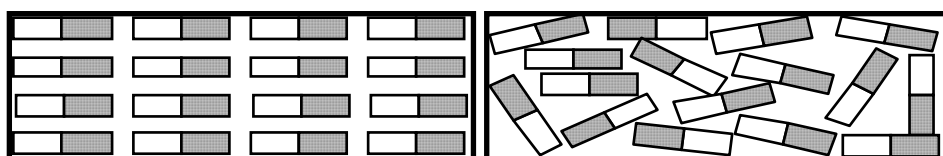
Sotto l'azione della calamita permanente, anche i chiodini diventano magnetici: si dice allora che il magnete induce una magnetizzazione nei chiodini.

Dopo aver staccato la calamita dai chiodini, essi perdono rapidamente le loro proprietà magnetiche e si staccano quindi progressivamente uno dall'altro.

Utilizzando dei chiodini o degli spilli d'acciaio si osserverà una forte magnetizzazione permanente.

L'azione magnetica della calamita permanente non viene alterata.

In una calamita i magneti elementari che la compongono sono ordinati, mentre in un corpo non magnetico essi sono disposti disordinatamente, annullandosi a vicenda.



chiodino magnetizzato

chiodino non magnetizzato

## E 2.5. Calamite spezzate

### 1. Scopo

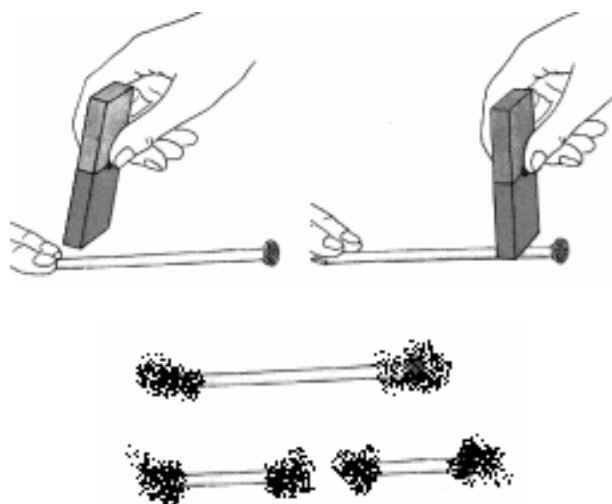
Non è possibile ottenere una calamita con un solo polo spezzando in due parti una calamita permanente.

### 2. Materiale

- calamita diritta
- limatura di ferro
- bussola
- chiodo lungo circa 10 cm

### 3. Procedimento

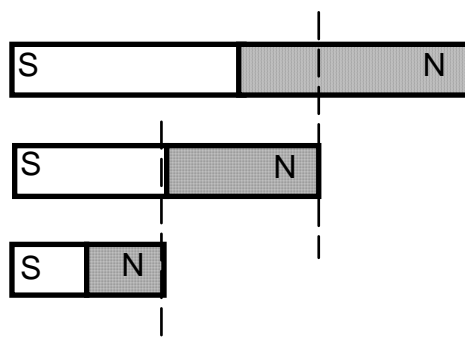
1. Utilizzando la calamita permanente magnetizzare il chiodo per induzione.
2. Utilizzando la limatura di ferro e la bussola evidenziare nel chiodo la presenza di due poli magnetici.
3. Tagliare il chiodo in due e verificare che ognuna delle parti presenta sempre due poli magnetici distinti.



### Osservazioni

Le varie parti del chiodo presentano sempre poli nord e sud distinti. I poli magnetici di una calamita non possono essere isolati.

Una calamita è detta dipolare perché presenta sempre due poli.



## E 2.6. Campo magnetico e linee di forza

### 1. Scopo

Il magnetismo di una calamita decresce rapidamente con l'aumentare della distanza. Lo spazio nel quale il magnetismo di una calamita è percettibile si chiama campo magnetico.

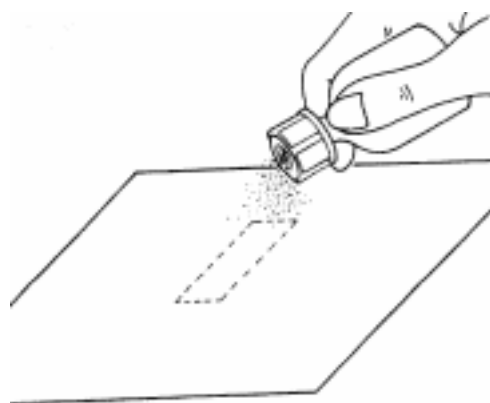
Il campo magnetico non è visibile ma si possono evidenziare i suoi effetti.

### 2. Materiale

- calamita diritta
- limatura di ferro
- lastra di vetro sottile

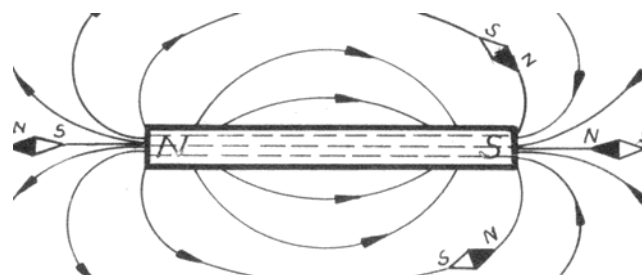
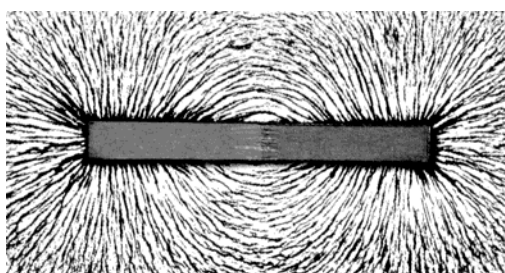
### 3. Procedimento

1. Versare lentamente la limatura di ferro sulla lastra di vetro sottile sotto la quale è stata posta orizzontalmente la barra magnetica.
2. Osservare come si dispone la limatura di ferro.



### Osservazioni

La limatura di ferro si dispone secondo linee ben definite che vanno da un polo all'altro del magnete. Esse sono dette linee di forza perché in ogni punto la retta tangente ad esse ha la direzione che assumerebbe un piccolo magnete (ad esempio una bussola) sotto l'azione delle forze magnetiche del campo.



L'insieme di tali linee si chiama spettro. La limatura di ferro disegna l'andamento delle linee di forza perché ogni granello di limatura si polarizza magneticamente per induzione come i chiodini sospesi alla calamita nell'esperienza 2.4.

Convenzionalmente le linee di forza vanno dal polo nord al polo sud della calamita.



## E 2.7. Cella elettrochimica

### 1. Scopo

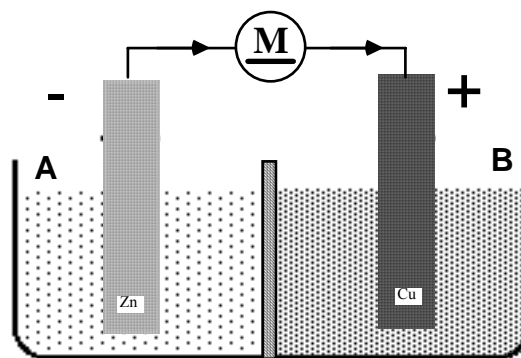
Se sfruttata convenientemente una reazione elettrochimica può generare una corrente elettrica. Il processo complessivo è una reazione chimica di ossidoriduzione.

### 2. Materiale

- scatoletta di materiale sintetico tagliata a metà
- strisce di carta assorbente (eventualmente carta Watmann per cromatografia)
- soluzione 0,1 M di  $\text{CuSO}_4$
- soluzione 0,1 M di  $\text{ZnSO}_4$
- elettrodi di zinco e rame di dimensioni appropriate
- motorino elettrico (MSW; PA7504)

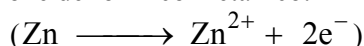
### 3. Procedimento

1. Montare l'apparecchiatura come nella figura accanto avendo cura di versare lentamente le soluzioni di  $\text{ZnSO}_4$  nello scomparto **A** e quella di  $\text{CuSO}_4$  nello scomparto **B** evitando la miscelazione delle soluzioni. La lamina di zinco dev'essere immersa nella soluzione di solfato di zinco e quella di rame nella soluzione di solfato di rame.
2. Collegare il motorino elettrico ai due elettrodi. Capovolgere la connessione dei poli e osservare l'inversione di rotazione.

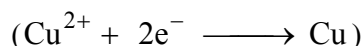


### Osservazioni

Nello scomparto **A** avviene l'ossidazione dello zinco metallico:



Ciò significa che l'elettrodo di zinco diminuisce di massa consentendo agli ioni zinco ( $\text{Zn}^{2+}$ ) di andare in soluzione e di lasciare sulla lamina gli elettroni. Nell'altro scomparto **B** avviene la riduzione degli ioni rame:



Gli ioni rame catturano gli elettroni sulla lamina di rame e si depositano come metallo sull'elettrodo aumentando la massa. Globalmente il processo avviene solo se il collegamento elettrico tra i due elettrodi è chiuso permettendo agli elettroni (in eccedenza sull'elettrodo di zinco) di scorrere verso l'elettrodo di rame (carente di elettroni). La carta porosa situata fra le semicelle favorisce l'annullamento reciproco delle cariche elettriche lasciando migrare ioni di segno opposto. (Per maggiori informazioni sul funzionamento delle celle elettrochimiche vedi *Nuovo Bollettino dei docenti scienze naturali N° 4 pag. 8*)

## E 2.8. Cella fotovoltaica

### 1. Scopo

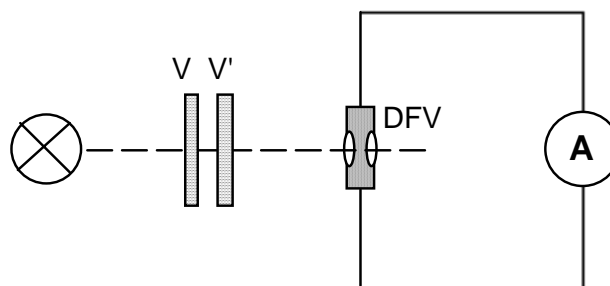
Una cella fotovoltaica è in grado di convertire l'energia luminosa in energia elettrica. Questa energia potrebbe essere accumulata in una cella elettrochimica per essere impiegata al momento opportuno.

### 2. Materiale

- 1 microamperometro
- 1 cella fotovoltaica al silicio CFV
- 1 lampadina
- 2 lastre di vetro affumicato uguali

### 3. Procedimento

1. Collegare la cella fotovoltaica al microamperometro.
2. Esporre alla luce solare la cella e quindi oscurare con una mano ed osservare sull'amperometro che la corrente diviene nulla.
3. Oscurare l'aula e illuminare la CFV con la lampadina. Osservare l'indicazione del microamperometro.
4. Interporre tra la lampadina e la cella fotovoltaica una lastra di vetro affumicato (V) che attenui sensibilmente la luce. Annotare la corrente che passa.
5. Aggiungere al primo un secondo vetro identico e notare che la corrente si dimezza..



### Osservazioni

Se la corrente varia in questo modo si può affermare che la cella fotovoltaica fornisce una risposta «lineare» e può quindi essere usata come fotometro. Tale congegno trova applicazione pratica nelle apparecchiature fotografiche.

La cella fotovoltaica può convertire direttamente in energia elettrica l'energia luminosa inviata dal sole sulla terra. Disponendo di una serie di CFV si può ottenere una tensione sufficiente per caricare una cella elettrochimica al piombo come quella ideata da G. Planté (cfr. *Nuovo bollettino dei docenti di scienze N° 4, pag. 10*). A tale scopo vengono costruite CFV di forma e dimensione variabile. Un insieme di tali elementi viene chiamato pannello solare.

L'utilizzazione pratica dei pannelli solari ha avuto inizio nei satelliti artificiali e si è rapidamente diffusa in zone non servite da linee elettriche e di difficile accesso.

## E 2.9. Alternatore e dinamo

### 1. Scopo

È possibile trasformare energia meccanica in energia elettrica.

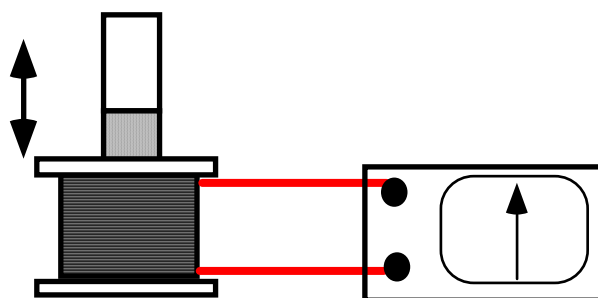
### 2. Materiale

- calamita diritta e calamita a U
- bobina con 1000 spire
- microamperometro
- fili di collegamento
- «dinamo» da bicicletta
- giogo a U in lamine di ferro

### 3. Procedimento

#### Parte A

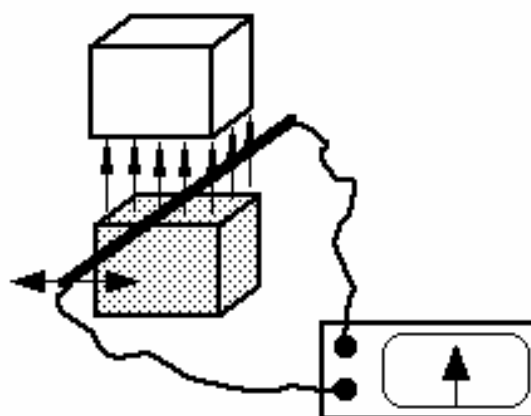
1. Collegare i due capi della bobina al microamperometro.
2. Muovere la calamita avanti e indietro all'interno della bobina.
3. Nella bobina viene indotta una corrente elettrica la cui direzione, evidenziata dalla deviazione della lancetta del microamperometro, dipende dall'orientamento della calamita e dalla direzione in cui essa si muove.



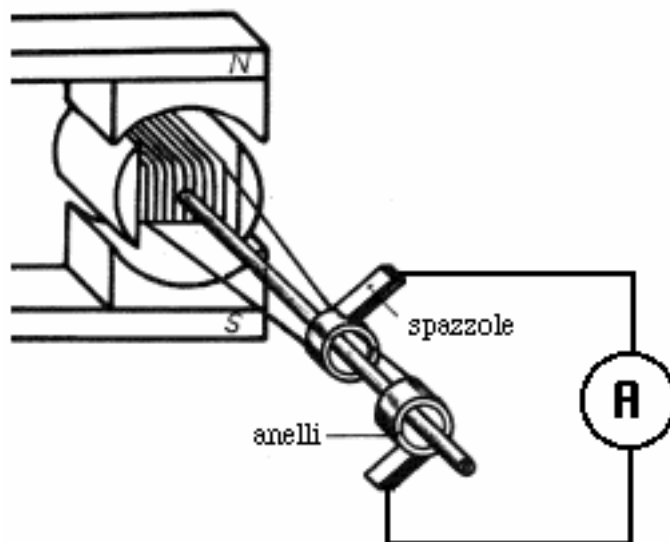
#### Osservazioni

Quando un filo conduttore taglia le linee di forza di un campo magnetico, esso viene percorso da una corrente indotta.

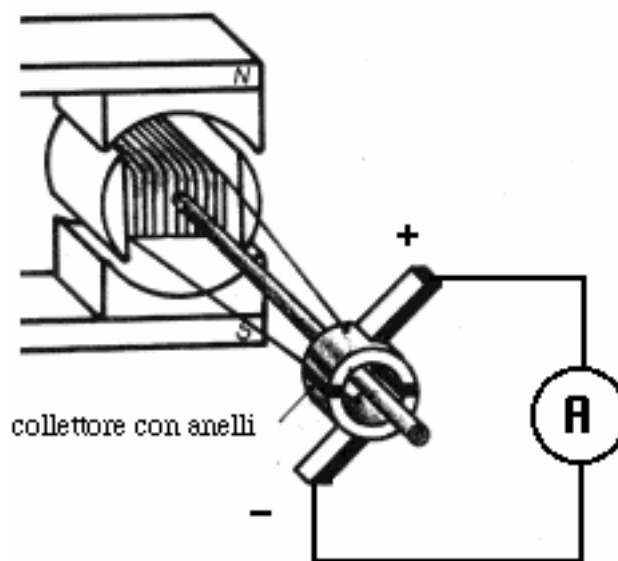
Se il movimento avviene in senso opposto la corrente inverte la sua direzione.



Con un giro completo della bobina (rotore) l'amperometro devia una volta in un senso e una volta nell'altro. La corrente indotta cambia continuamente direzione e intensità, per questo motivo si chiama «corrente alternata». Le macchine che producono corrente alternata si chiamano alternatori.



Se i capi della bobina girevole sono collegati a un collettore formato da un anello diviso in due parti (invece che a due anelli come nell'alternatore), si ottiene una corrente continua, che scorre cioè sempre nella stessa direzione. Questo generatore di corrente si chiama dinamo.



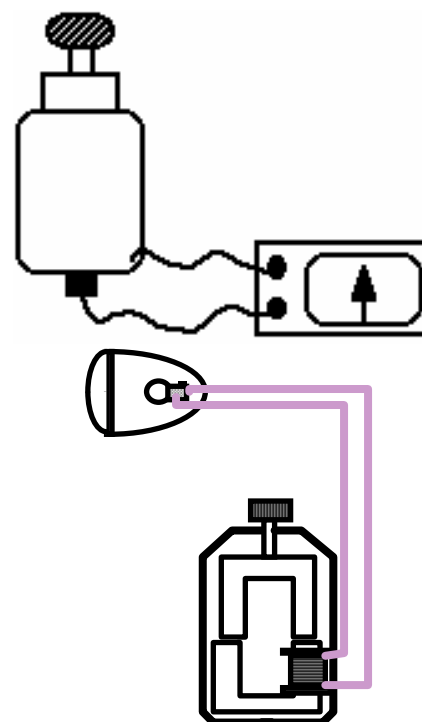
## Parte B

Collegare la cosiddetta «dinamo» da bicicletta al microamperometro. Ruotare lentamente il pignone di accoppiamento: si nota che esso oppone una certa resistenza alla rotazione che lo fa procedere a scatti. Al primo scatto la lancetta del microamperometro subisce una brusca deviazione; al secondo scatto l'ampiezza della deviazione è identica, ma di senso opposto. Notare che per una rotazione completa il numero degli impulsi positivi è uguale a quello degli impulsi negativi.

### Osservazioni

La «dinamo» da bicicletta fornisce una corrente che cambia periodicamente di segno: si tratta quindi di un alternatore!

Schematicamente, l'alternatore da bicicletta è costituito da un magnete rotante che produce una corrente indotta in una bobina.



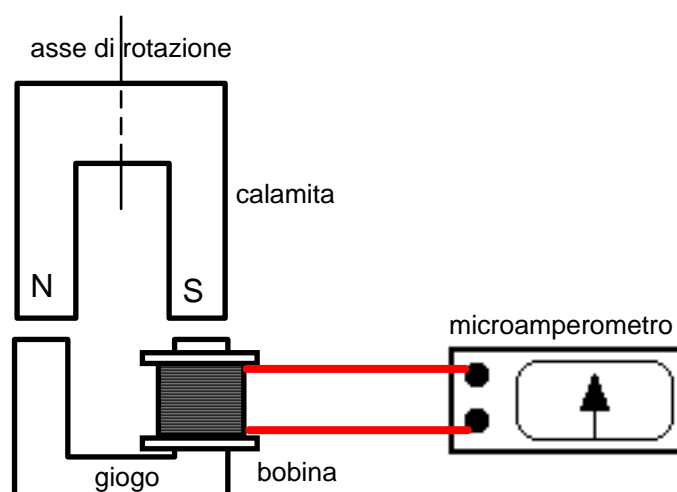
### Parte C

Inserire la bobina con 1000 spire in uno dei bracci del ferro a forma di U (giogo) e collegare i due capi della bobina al microamperometro.

Sospendere, ad esempio utilizzando un elastico attorcigliato, la calamita ad U in modo che possa ruotare liberamente attorno al proprio asse verticale.

Avvicinare la calamita alla parte superiore del giogo e farla ruotare.

Notare che la lancetta del microamperometro devia in un senso o nell'altro a dipendenza della polarità del campo magnetico indotto dalla calamita nel giogo.



## E 2.10. Effetto magnetico della corrente elettrica

### 1. Scopo

La corrente elettrica produce un campo magnetico attorno al filo conduttore in cui circola.

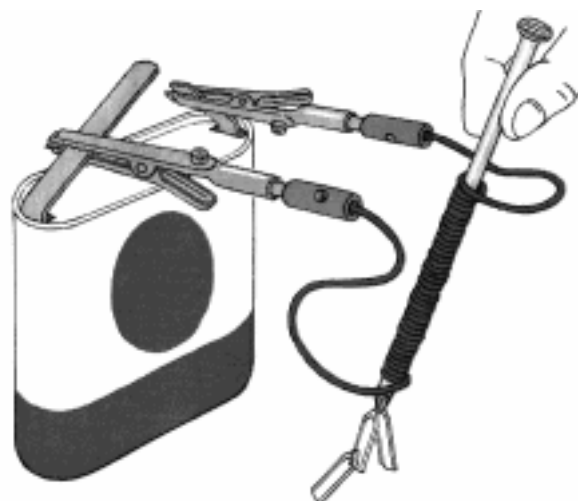
### 2. Parte A

#### Materiale

- filo di rame sottile con isolamento ( $\varnothing$  max 0,5 mm)
- cilindro in ferro (ad esempio una vite o un chiodo)
- generatore di corrente continua 0-24V
- bussola
- oggetti ferrosi

#### Procedimento

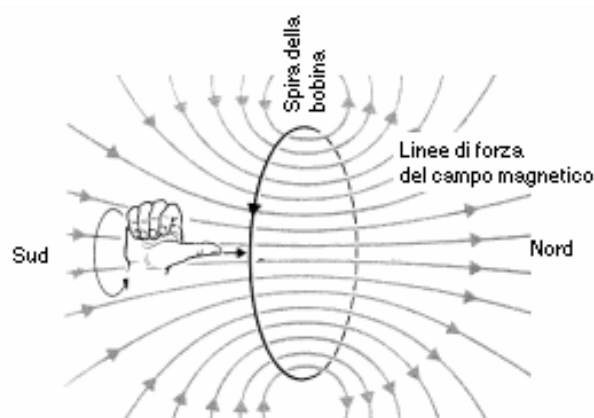
1. Avvolgere attorno al nucleo di ferro diversi strati di filo di rame fino a formare una bobina come mostra la figura accanto.
2. Togliere l'isolazione alle estremità della bobina.
3. Utilizzando dei fili collegare le estremità al generatore di corrente continua.
4. Accendere il generatore ed aumentare la tensione fino a circa 5 V.
5. Verificare che il nucleo della bobina si comporta come una calamita diritta attirando l'ago della bussola e piccoli oggetti in ferro.



#### Osservazioni

Accanto sono riprodotte le linee di campo magnetico per una spira di filo percorsa dalla corrente.

Se le dita della mano destra sono piegate nello stesso senso in cui fluisce la corrente nella spira il pollice è orientato nello stesso verso delle linee del campo magnetico che la attraversano.



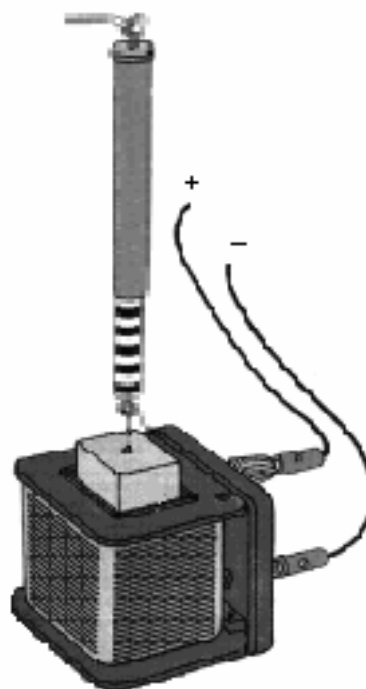
### 3. Parte B

#### Materiale

- generatore di corrente continua 0-24V
- bobina con 1000 spire
- nucleo in ferro
- dinamometro

#### Procedimento

1. Appoggiare sul piano del tavolo la bobina con l'asse verticale e collegarla al generatore di corrente.
2. Sospendere il dinamometro in asse con la bobina.
3. Sospendere al dinamometro il nucleo di ferro in modo che la sua estremità inferiore sfiori il bordo superiore della bobina.
4. Accendere il generatore e leggere l'indicazione del dinamometro per valori crescenti della tensione che alimenta la bobina.
5. Riportare i valori in un grafico.



#### Osservazioni

Il dinamometro, oltre al peso del nucleo, segnala una forza di attrazione dovuta al campo magnetico generato dalla corrente circolante nella bobina.

Riportando i valori su un grafico si otterrà una curva che costituisce la taratura del sistema come voltmetro.

Ripetendo l'esperimento dopo aver invertito il verso della corrente nella bobina, si otterrà una curva di taratura identica alla prima.

Poiché l'attrazione del nucleo non dipende dal verso della corrente, l'effetto viene utilizzato per costruire strumenti di misura adatti anche per la corrente alternata. Tali strumenti vengono detti «a ferro mobile» e sono particolarmente economici.

## E 2.11. Effetto chimico: l'elettrolisi

### 1. Scopo

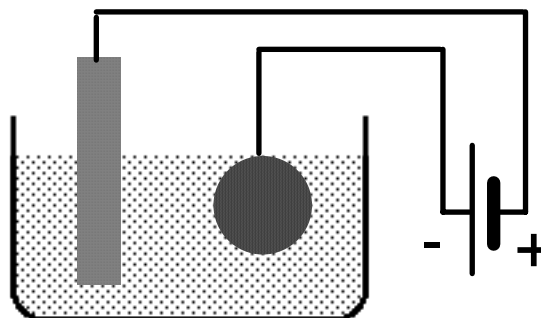
Le soluzioni acquose di sali, acidi e basi (soluzioni elettrolitiche) conducono la corrente elettrica poiché costituite da ioni metallici con cariche elettriche positive e ioni con cariche elettriche negative. Due elettrodi posti in una soluzione elettrolitica di solfato di rame e collegati a un generatore di corrente continua producono la deposizione di rame metallico sull'elettrodo positivo, sede della riduzione.

### 2. Materiale

- generatore di corrente continua 0-24V
- soluzione 1 M di  $\text{CuSO}_4$
- 2 elettrodi: uno costituito da una moneta e l'altro da una lamina di rame

### 3. Procedimento

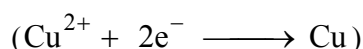
1. Pulire sgrassando accuratamente la moneta evitando di toccarla con le mani una volta pulita.
2. Montare l'apparecchiatura come nella figura accanto rispettando rigorosamente le polarità degli elettrodi.
3. Regolare la tensione in modo che sull'elettrodo positivo sia appena percettibile la formazione di bollicine.
2. Osservare la deposizione di rame metallico sulla moneta dopo una decina di minuti.



### Osservazioni

Nella soluzione sono presenti due ioni: gli ioni rame  $\text{Cu}^{2+}$  e gli ioni solfato  $(\text{SO}_4)^{2-}$ .

Gli ioni rame sono attirati verso il polo negativo e sono ridotti a rame metallico che si deposita sulla moneta:



Insistendo nell'elettrolisi, lo strato di rame sulla moneta si ingrossa sensibilmente e la soluzione perde la sua intensa colorazione azzurra mentre l'intensità di corrente diminuisce pur restando costante la tensione applicata.

Il fenomeno è l'inverso di quello che avviene in una cella elettrochimica.

L'elettrolisi viene impiegata industrialmente nella preparazione di alcuni importanti elementi chimici come il cloro o l'alluminio e nei processi di elettrodeposizione come l'argentatura e la cromatura.



## E 2.12. Effetto termico: il fornello elettrico

### 1. Scopo

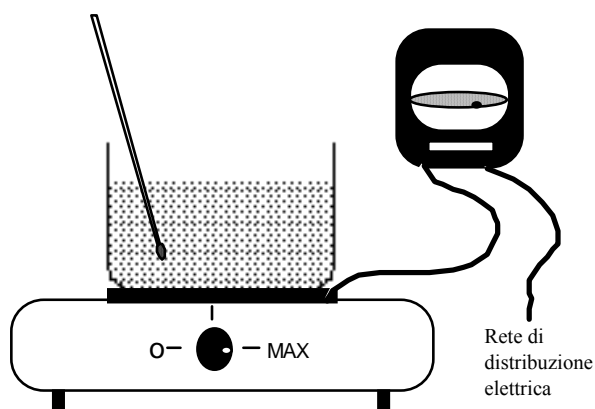
L'energia elettrica è completamente convertibile in calore.

### 2. Materiale

- fornello elettrico (eventualmente scalda acqua a immersione)
- contatore di consumo elettrico
- termometro al decimo di grado
- pentolino metallico adatto alla dimensione del fornello

### 3. Procedimento

1. Tarare il contatore elettrico contando esattamente il numero di giri del disco che corrispondono all'energia assorbita di 1 kWh.
1. Porre il pentolino riempito con 1 litro di acqua sul fornello elettrico.
2. Annotare i kWh del contatore elettrico e la temperatura iniziale ( $t_1$ ) dell'acqua.
2. Collegare il fornello al contatore e quest'ultimo alla rete elettrica.
3. Riscaldare l'acqua in modo da fornire almeno 1 kWh di energia elettrica con il fornello alla massima potenza.  
Importante è registrare il numero esatto di giri del disco e la temperatura massima raggiunta dall'acqua ( $t_2$ ).
2. Verificare l'equivalenza tra l'energia elettrica fornita e il calore ricevuto dall'acqua.



### 4. Risultati

Se 1 kWh (3'600 kJ) corrisponde, per esempio, a 2'400 giri, l'energia assorbita a ogni giro è:

$$\frac{3'600 \text{ kJ}}{2'400 \text{ giri}} = 1,5 \frac{\text{kJ}}{\text{giro}}$$

Il calore assorbito dall'acqua è:

$$Q = c_{\text{aq}} \cdot m \cdot \Delta t$$

dove:

$$c_{\text{aq}} = 4,19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1};$$

$m$  = massa dell'acqua in kg;

$\Delta t = t_2 - t_1$  = variazione della temperatura dell'acqua in K;

$Q$  = calore assorbito dall'acqua in kJ.

## E 2.13. Conduttori e isolanti

### 1. Scopo

Materiali diversi conducono differientemente la corrente elettrica.

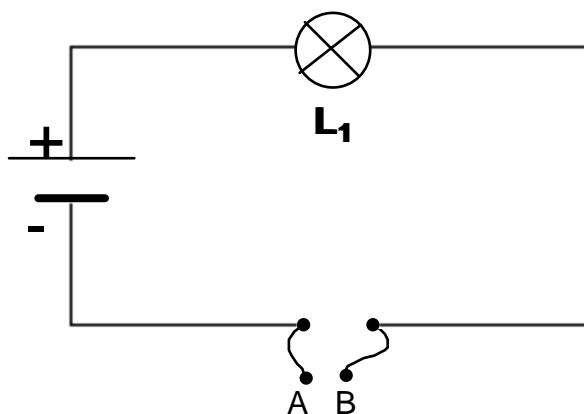
### 2. Materiale

- generatore di corrente continua 0-24V
- lampadina (a 6V, 12V o 24V, di circa 5 watt)
- pannello per l'assemblaggio di circuiti
- portalampadina

- materiali di diversa natura (carta, gomma, plastica, legno, stoffa, vetro, rame, ferro, zinco, piombo, alluminio, mina di grafite, acqua e sapone, soluzione salina)

### 3. Procedimento

1. Al precedente circuito con una lampadina va tolto l'interruttore inserendo fra i due collegamenti due cavetti pieghevoli.
2. Collegare alle estremità dei cavetti (A, B) materiali di diversa natura e osservare l'accensione della lampadina  $L_1$  o una eventuale diminuzione dell'intensità luminosa.
3. Raccogliere le osservazioni in una tabella avendo cura di classificare separatamente i materiali osservati in: conduttori, resistori e isolanti.



### Osservazioni

In generale un oggetto metallico interposto nel circuito (tra A e B) presenta una resistenza trascurabile al passaggio della corrente elettrica (conduttori). Il rame e l'argento sono metalli che conducono meglio la corrente elettrica. L'alluminio 2 volte peggio, lo zinco e il nichelio 4 volte peggio, il ferro e il platino 7 volte peggio e il piombo 13 volte peggio.

Alcune sostanze non metalliche come la grafite o il carbone offrono una resistenza elettrica 10000 volte maggiore di quella del rame. Le soluzioni saline sono conduttrici ma ciò dipende dalla concentrazione della soluzione e dalla distanza che separa i due conduttori (A e B) posti nella soluzione.

Molte sostanze non conducono la corrente elettrica (isolanti) e questa loro proprietà è sfruttata per isolare i conduttori.

## E 2.14. Accensione di una lampadina

### 1. Scopo

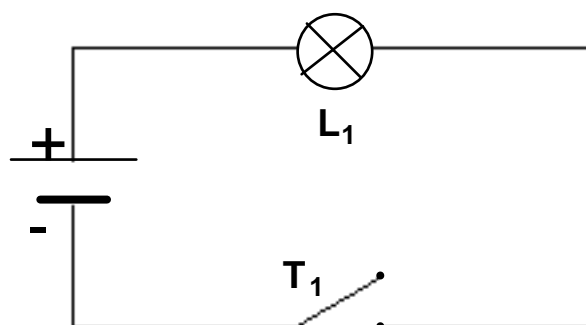
Comporre sperimentalmente un primo semplice circuito assemblando opportunamente un generatore, un interruttore e una lampadina.

### 2. Materiale

- generatore di corrente continua 0-24V
- lampadina (a 6V, 12V o 24V, di circa 5 W)
- pannello per l'assemblaggio di circuiti
- portalampadina
- interruttore

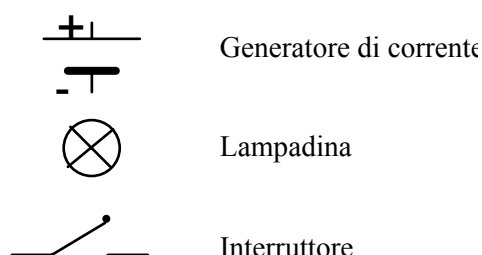
### 3. Procedimento

1. Montare il circuito riportato accanto.
2. Mostrare che chiudendo il circuito (interruttore  $T_1$  chiuso) la lampadina  $L_1$  si accende.



### Osservazioni

È comodo schematizzare il circuito dove ogni elemento essenziale è simboleggiato secondo l'uso corrente:



Il fatto che il filamento della lampadina diventi incandescente (circa 2000°C) mostra che la corrente elettrica è capace di riscaldarlo. Notiamo però che le altre parti del circuito non si riscaldano e così deve essere. Una sopraelevazione di temperatura anche di solo qualche grado in parti del circuito non costruite per essere riscaldate può causare situazioni di pericolo latente. Molti incendi sono causati da surriscaldamento dei circuiti elettrici.

Le cucine elettriche e le stufe elettriche sono appositamente costruite per trasformare l'energia elettrica in calore limitatamente alle zone del circuito preposte per tale scopo.

Noi accendiamo le lampadine per avere luce ma le comuni lampadine ad incandescenza ci danno sotto forma di luce solo il 3% dell'energia che paghiamo e lo spreco è giustificato solo dalla comodità dell'impiego. Nei tubi fluorescenti il rendimento in luce, rispetto all'energia consumata, sale al 10%.

## E 2.15. Lampadine in parallelo

### 1. Scopo

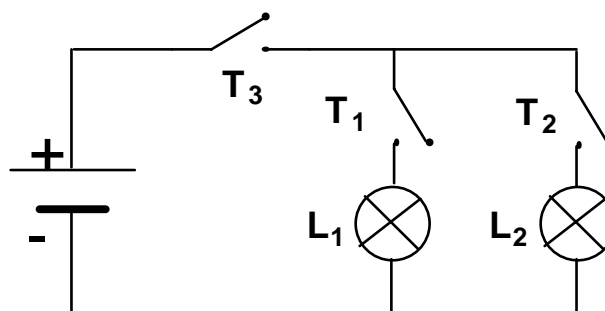
L'intensità di luce nelle lampadine messe in parallelo è indipendente dal numero di lampadine sistemate nel circuito. L'accensione e lo spegnimento di una lampadina non influenza il funzionamento delle altre.

### 2. Materiale

- generatore di corrente continua 0-24V
- 3 lampadine (a 6V, 12V o 24V, di circa 5 W)
- pannello per l'assemblaggio di circuiti
- 3 portalampadine
- 4 interruttori

### 3. Procedimento

1. Montare il circuito come nella figura accanto.
2. Mostrare che l'interruttore **T<sub>1</sub>** accende e spegne la sola lampadina **L<sub>1</sub>**, mentre l'interruttore **T<sub>2</sub>** controlla la lampadina **L<sub>2</sub>**.
3. L'interruttore **T<sub>3</sub>** (interruttore principale) garantisce lo spegnimento di tutte le lampadine.
4. Accendere la lampadina **L<sub>1</sub>** ed osservare che accendendo o spegnendo la **L<sub>2</sub>** l'intensità luminosa di **L<sub>1</sub>** è costante.



### Osservazioni

Le lampadine in parallelo riproducono la situazione esistente ad esempio in un appartamento: **L<sub>1</sub>** è una lampada in una stanza e **L<sub>2</sub>** quella in un'altra stanza. **L<sub>1</sub>** e **L<sub>2</sub>** potrebbero essere due lampadine di uno stesso lampadario ma comandate da due interruttori diversi.

In una cucina elettrica le varie piastre sono alimentate in parallelo, ciascuna tramite il proprio interruttore.

Anche in un'automobile tutte le luci sono disposte nel circuito globale come lampadine in parallelo. Le lampadine principali anteriori sono in realtà l'insieme di due lampadine messe in parallelo in grado di produrre indipendentemente luminosità diverse.

**E 2.16. Lampadine in serie****1. Scopo**

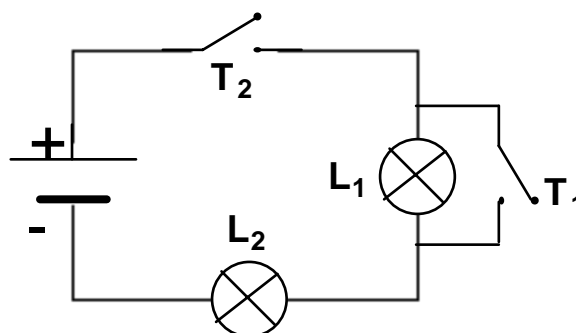
Osservare il comportamento che hanno due lampadine disposte in serie in un circuito.

**2. Materiale**

- generatore di corrente continua 0-24V
- 2 lampadine (a 6V, 12V o 24V, di circa 5 W)
- pannello per l'assemblaggio di circuiti
- 2 portalampadine
- interruttore
- cavo flessibile

**3. Procedimento**

1. Montare il circuito come nella figura accanto.
2. Mostrare che l'interruttore **T<sub>2</sub>** accende e spegne tutte le lampadine.
3. Mettere in cortocircuito **L<sub>1</sub>** (o **L<sub>2</sub>**) utilizzando 1 filo flessibile: l'intensità luminosa di **L<sub>2</sub>** aumenta vistosamente.
4. Svitando **L<sub>1</sub>** (o **L<sub>2</sub>**) tutte le lampadine del circuito si spengono.

**Osservazioni**

Questo tipo di circuito è impiegato ad esempio per l'illuminazione delle lampadine degli alberi di Natale con l'inconveniente che in caso di rottura di una lampadina tutte le lampadine si spengono e diventa quindi difficile individuare quella guasta.

**E 2.17. Lampadine in serie e in parallelo****1. Scopo**

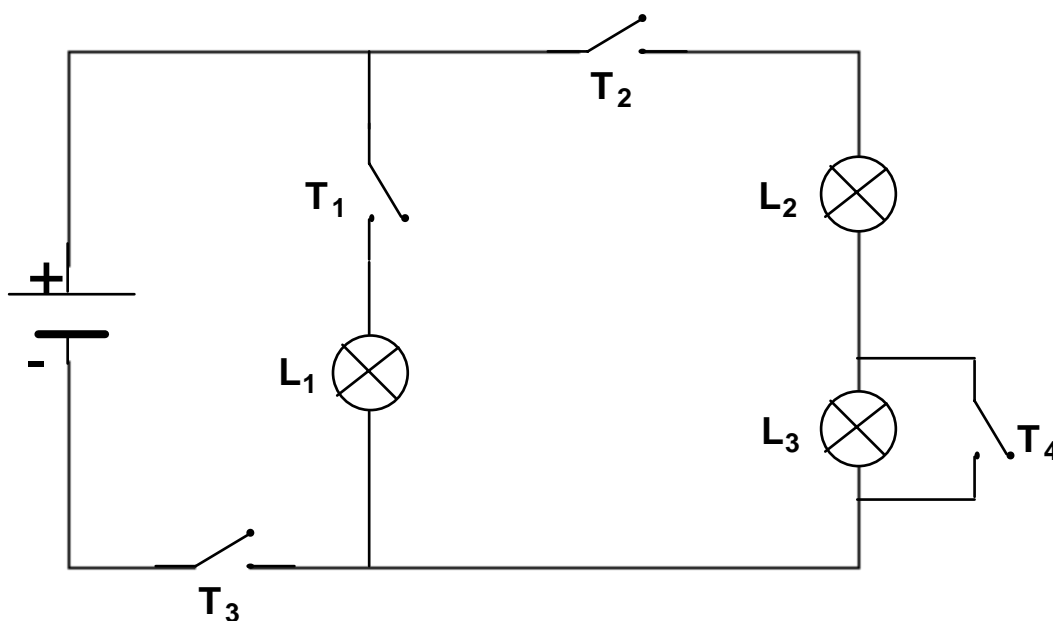
Confrontare, nello stesso circuito, il comportamento delle lampadine messe in serie con quelle in parallelo.

**2. Materiale**

- generatore di corrente continua 0-24V
- 3 lampadine (a 6V, 12V o 24V, di circa 5 W)
- pannello per l'assemblaggio di circuiti
- 3 portalampadine
- 4 interruttori

**3. Procedimento**

1. Montare un circuito come quello mostrato nella figura che segue.



2. Stabilire quali sono le lampadine in serie e quelle in parallelo.
3. Prevedere e verificare il comportamento delle lampadine azionando separatamente gli interruttori.

**Osservazioni**

Lo strumento di misura per rilevare la tensione applicata ad un componente di un circuito si chiama voltmetro. I volt (V) sono l'unità di misura della tensione elettrica. Il voltmetro in un circuito deve sempre essere applicato in parallelo.

Lo strumento che serve a determinare l'intensità della corrente elettrica si chiama amperometro e nel circuito va inserito sempre in serie. L'unità di misura della corrente elettrica è l'ampère (A).

La resistenza elettrica è misurata da uno strumento che si chiama ohmetro. L'unità di misura della resistenza elettrica è l'ohm ( $\Omega$ ). L'ohmetro non può essere utilizzato nei circuiti sotto tensione.

**E 2.18. Circuito di commutazione****1. Scopo**

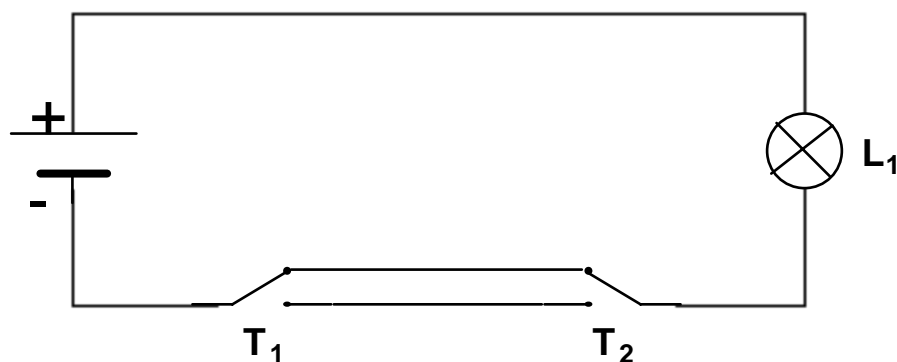
Accendere e spegnere da postazioni diverse una stessa lampadina.

**2. Materiale**

- generatore di corrente continua 0-24V
- lampadina (a 6V, 12V o 24V, di circa 5 W)
- pannello per l'assemblaggio di circuiti
- portalampadina
- 2 commutatori

**3. Procedimento**

1. Montare un circuito come quello mostrato nella figura che segue.



2. Osservare che azionando uno qualunque dei due commutatori la lampadina può essere accesa o spenta.

**Osservazioni**

In un appartamento si presenta frequentemente la necessità di accendere una lampadina da due punti diversi anche notevolmente distanti fra loro.

A tale scopo vengono impiegati 2 commutatori identici a due posizioni di contatto collegati come mostra lo schema riportato sopra. I commutatori hanno solo due posizioni stabili. I contatti omonimi sono collegati permanentemente tra di loro da un filo conduttore. Facendo scattare uno qualsiasi dei due commutatori la lampadina si accende o spegne.



<b>E 2.19. Legge di Ohm</b>
-----------------------------

**1. Scopo**

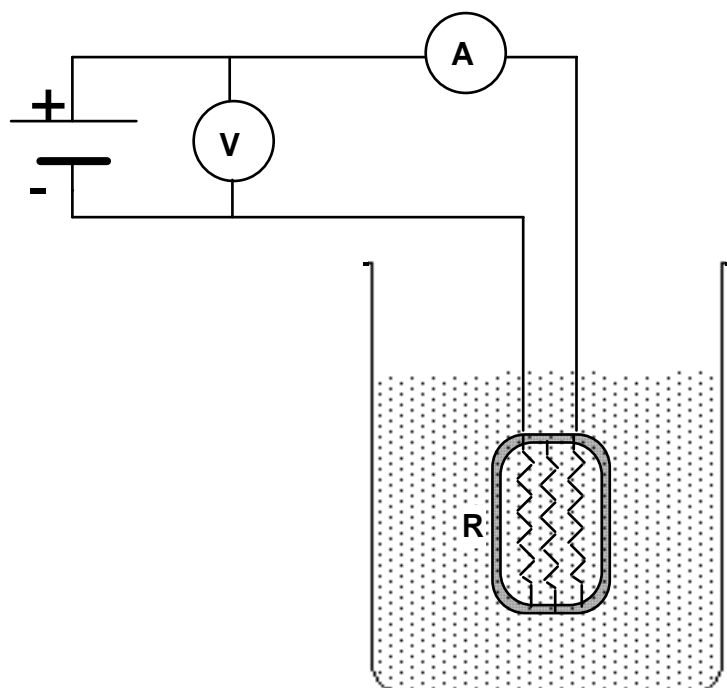
La tensione applicata ad un resistore è direttamente proporzionale alla corrente che lo attraversa.

**2. Materiale**

- generatore regolabile di corrente continua 0-24V
- resistore a filo di  $10 \Omega$
- amperometro con portata di 5A in corrente continua
- voltmetro con portata 50V in corrente continua
- bicchiere forma larga da 1 L

**3. Procedimento**

1. Montare un circuito come quello mostrato nella figura che segue avendo cura di collegare l'amperometro (A) in serie e il voltmetro (V) in parallelo nel circuito. La resistenza **R** deve essere in un bagno d'acqua per evitare il surriscaldamento.



U [V]	I [A]

2. Variare gradualmente la tensione **U** dell'alimentatore e leggere attentamente il valore dell'intensità **I** della corrente.
3. Riportare i dati sperimentali in una tabella come quella indicata sopra e costruire il grafico  $U=f(I)$ . I punti rappresentativi si trovano su di una retta passante per l'origine.

**4. Risultati**

Il quoziente tra la tensione e la corrente deve risultare costante ed esprimere la resistenza elettrica **R** del circuito. Nel grafico è la pendenza della retta ottenuta.

La legge di Ohm:

$$\mathbf{U=R.I} \quad [V=\Omega.A]$$

è il fondamento della conduzione elettrica.

**E 2.20. Corrente continua e corrente alternata****1. Scopo**

Un alternatore fornisce una tensione che cambia periodicamente di segno mentre una cella foto-voltaica al silicio (o una cella elettrochimica) sono generatori di corrente continua.

**2. Materiale**

- alternatore da bicicletta
- microamperometro
- cella fotovoltaica al silicio
- generatore di corrente continua 0-24V
- generatore di corrente alternata 0-24V
- striscia di carta Watmann
- soluzione di ioduro di potassio e amido (15g di H<sub>2</sub>O 7g di KI e 0,5 g di amido)
- piastra metallica (lamina di rame) morsetto a coccodrillo

**3. Procedimento****Parte A**

1. Collegare l'alternatore da bicicletta al microamperometro e ruotare molto lentamente il pignoncino di accoppiamento. Si nota che la rotazione procede a scatti. Al primo scatto l'indice del microamperometro è proiettato bruscamente verso destra. Al secondo scatto l'ampiezza della deviazione è identica ma negativa (verso sinistra).
2. Collegare alle estremità dell'amperometro una cella fotovoltaica esposta verso una sorgente di luce solare e notare come la corrente rimanga costante.

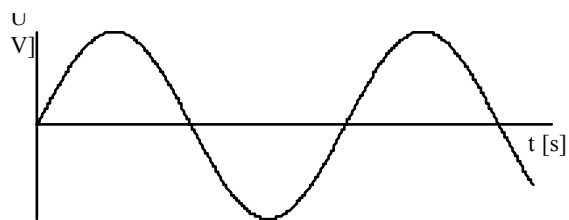
**Parte B**

1. Inzuppare la striscia di carta Watmann nella soluzione di KI con amido e stenderla sulla lamina metallica.
2. Collegare tramite il morsetto a coccodrillo la lamina metallica al polo negativo del generatore di corrente continua e al polo positivo un puntale.
3. Far scorrere rapidamente sulla carta l'estremità del puntale ed osservare che appare una linea continua scura.
4. Ripetere l'esperienza sostituendo il generatore di corrente continua con il generatore di corrente alternata (6V) e osservare la formazione di una linea tratteggiata.

**Osservazioni**

- La distribuzione di corrente della rete elettrica avviene in corrente alternata per ridurre le perdite nel trasporto della stessa.
- I pannelli solari e le pile elettrochimiche producono invece corrente continua.
- La linea scura che appare nel secondo esperimento è dovuta allo iodio che si libera al polo positivo (elettrolisi di KI) e che reagisce, come ben sappiamo, con l'amido dando la caratteristica colorazione.

La curva accanto (sinusoide) rappresenta la variazione della tensione (in ordinata) in funzione del tempo (in ascissa). È importante notare che la tensione alternata per metà del tempo è positiva e per l'altra metà è negativa. La corrente nella rete di distribuzione ha una frequenza di 50 Hz; significa che compie 50 cicli completi in un secondo.



**E 2.21. Il trasformatore****1. Scopo**

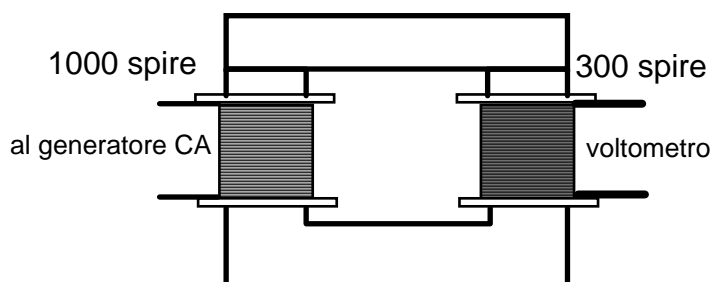
Grazie al fenomeno dell'induzione magnetica è possibile aumentare o diminuire il valore della tensione elettrica di una corrente alternata.

**2. Materiale**

- generatore di corrente alternata 0-24V
- bobine con 1000 spire
- bobine con 300 spire
- giogo in lamine di ferro
- cavi di collegamento
- voltmetro

**3. Procedimento**

1. Inserire nei due rami del giogo le due bobine come mostra la figura che segue.



2. Alimentare la bobina da 1000 spire con una tensione alternata di 12 V.
3. Misurare la tensione ai capi della bobina da 300 spire.
4. Ripetere l'esperienza per le seguenti situazioni:
  - a) generatore: bobina da 300 spire e tensione di 6 V in corrente alternata; voltmetro: bobina da 1000 spire;
  - b) generatore: bobina da 1000 spire e tensione di 12 V in corrente alternata; voltmetro: bobina da 1000 spire.

**Osservazioni**

Il trasformatore è un apparecchio che consente di ridurre o aumentare la tensione di una corrente alternata grazie al fenomeno dell'induzione elettromagnetica.

Quando una delle bobine (il primario) è percorsa da una corrente elettrica alternata, nell'altra bobina (secondario) viene indotta una corrente pure alternata.

La caratteristica fondamentale dei trasformatori consiste nel fatto che il rapporto dei valori delle tensioni del primario e del secondario è uguale al rapporto tra i numeri delle spire dei relativi avvolgimenti.

Naturalmente, a parte le perdite dovute al rendimento, la potenza dei circuiti primario e secondario risulterà uguale.

## E 2.22. Il diodo come raddrizzatore

### 1. Scopo

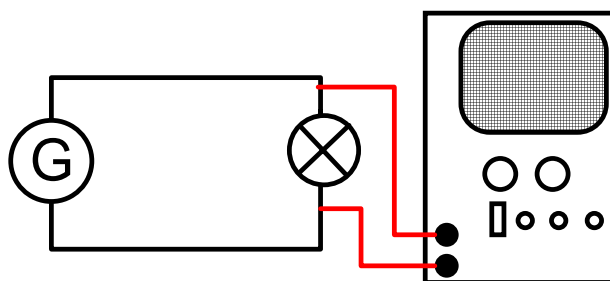
Il diodo ha la proprietà di lasciare passare la corrente in una sola direzione e che quindi può venire utilizzato come raddrizzatore.

### 2. Materiale

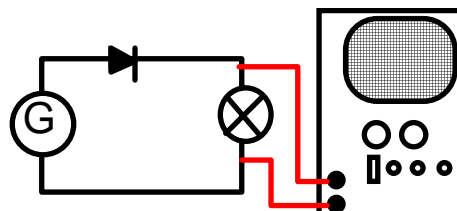
- generatore di corrente alternata da 6V
- oscilloscopio
- pannello per l'assemblaggio di circuiti
- lampadina 6V
- cavi di collegamento
- 2 diodi

### 3. Procedimento

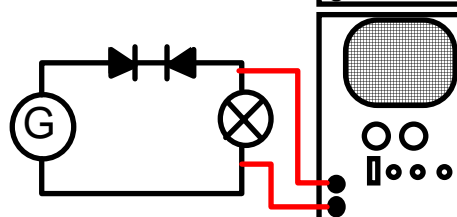
1. Montare il seguente circuito e, utilizzando l'oscilloscopio, visualizzare l'andamento della corrente alternata.



2. Ripetere l'esperienza inserendo un diodo nel circuito. La luminosità della lampadina diminuisce considerevolmente.



3. Inserire ora due diodi collegandoli come mostrato dallo schema a lato. La lampadina si spegne.



### Osservazioni

Per la costruzione di diodi vengono utilizzati dei materiali detti semiconduttori che sono alla base di tutte le realizzazioni elettroniche.

I semiconduttori si comportano in modo del tutto diverso dai normali conduttori: infatti in certe condizioni consentono il passaggio della corrente elettrica mentre in altri casi lo impediscono, come fossero degli isolanti.

Le esperienze precedenti dimostrano che inserito in un circuito alimentato da corrente alternata il diodo permette il passaggio di una sola semionda per ciclo: lungo il circuito scorre perciò una corrente unidirezionale, che non può ancora chiamarsi continua.