



Guida didattica

Ver. 1.0.1

Cod. S85

L'ELETTRODINAMICA



OPTIKA S.r.l.

Via Rigla, 30 – 24010 Ponteranica (Bergamo) – Italia
Tel. +39 035 571392 Fax +39 035 571435

www.optikascience.com info@optikascience.com

ARGOMENTI TRATTATI

1. L'ELETTRICITÀ
2. LA CARICA ELETTRICA
3. LE CARICHE ELETTRICHE NELLA MATERIA
4. CONDUTTORI E ISOLANTI
5. IL CAMPO ELETTRICO
6. L'ENERGIA DEL CAMPO ELETTRICO - IL POTENZIALE ELETTRICO
7. LA PILA
8. IL VOLTMETRO
9. IL CIRCUITO ELETTRICO
10. L'INTENSITÀ DELLA CORRENTE ELETTRICA - L'AMPEROMETRO
11. LA PRIMA LEGGE DI OHM
12. LA SECONDA LEGGE DI OHM
13. LA RESISTIVITÀ
14. COME MISURARE LA RESISTENZA ELETTRICA
15. RESISTORI IN SERIE
16. IL REOSTATO
17. RESISTORI IN PARALLELO
18. LE RETI ELETTRICHE
19. IL POTENZIOMETRO
20. LA RESISTENZA INTERNA DELLE PILE
21. L'EFFETTO TERMICO DELLA CORRENTE ELETTRICA
22. LA CONDUZIONE ELETTRICA NEI LIQUIDI
23. L'ELETTROLISI

N° esperienze eseguibili: 24

AVVERTENZA

Le piccole differenze tra le caratteristiche dei pezzi componenti la collezione e i disegni che li rappresentano, sono giustificate dall'aggiornamento tecnologico.

ELENCO DEL MATERIALE

N.	Descrizione	Cod.
1	Cordicella	0015
1	Basetta circolare	0026
1	Asta col gancio	0052
1	Regolo lineare	1116
1	Verga di plexiglas	5002
2	Verghe di PVC	5003
1	Sostegno a cavalletto	5007
1	Interruttore	5008
1	Portalampada	5009
1	Lampadina 6V	5010
4	Cavetti da 30 cm	5012
4	Cavetti da 60 cm	5013
1	Flacone di soluzione di solfato di rame	5022
1	Flacone di acqua distillata	5029
1	Pinza a coccodrillo nera	5062 N
1	Pinza a coccodrillo rossa	5062 R
2	Fili di nichel-cromo	5076
1	Disco con elettrodi di rame e ottone	5138
1	Coppia di isolatori col supporto	5277
1	Coppia di straccetti	5282
1	Calorimetro elettrico provvisto di termometro	5283
1	Serie di tre resistori	5396
1	Reostato lineare 10 ohm con base	5397
1	Portapila	5430
1	Voltmetro	5725
1	Amperometro	5726
1	Coppia di elettrodi per pila	6316
1	Verga metallica	7 / E
1	Bicchiere da 250 ml	V 30
1	Guida didattica Box	

ELENCO DEL MATERIALE NECESSARIO NON FORNITO

- 1 limone
- 1 orologio
- 1 pila tipo AA

ATTENZIONE

Nel materiale in dotazione a questa unita' didattica non è compreso il generatore elettrico cod. 5228, che deve essere acquistato a parte.



DESCRIZIONE DEL MATERIALE



1° L'ELETTRICITÀ

Ai greci antichi era già noto che strofinando l'ambra, che è la resina solidificata degli alberi, con un tessuto o con una pelle di animale, questa acquista la proprietà di attirare capelli, foglie secche o altri piccoli oggetti. Questo fenomeno fu studiato verso il 1570 dallo scienziato inglese William Gilbert, il quale scoprì che altri materiali, come il vetro, lo zolfo, ecc., godono della stessa proprietà dell'ambra.

Poiché in greco antico l'ambra veniva definita con il termine *elektron*, Gilbert definì **elettricità** questo fenomeno.

Lo puoi verificare con la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 1

Materiale occorrente: 1 verga di plexiglas; 1 verga di PVC; 1 coppia di straccetti; foglio di carta velina.

Procurati un foglio di carta velina e taglialo in piccoli pezzi. Disponili su un tavolo, strofina con lo straccetto di lana un'estremità della verga di plexiglas e avvicinala ai pezzetti di carta velina.

Vedrai che i ritagli vengono attirati dalla verga. (Fig. 1).

Ripeti la prova strofinando una estremità della verga di PVC (cloruro di polivinile) con lo straccetto di tessuto sintetico, dopo aver posto sul tavolo altri piccoli corpi, come capelli, pezzetti di polistirolo espanso, ecc..

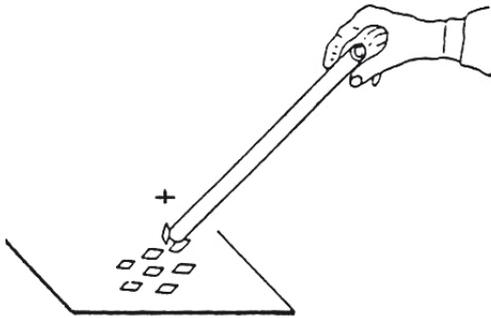


Fig. 1

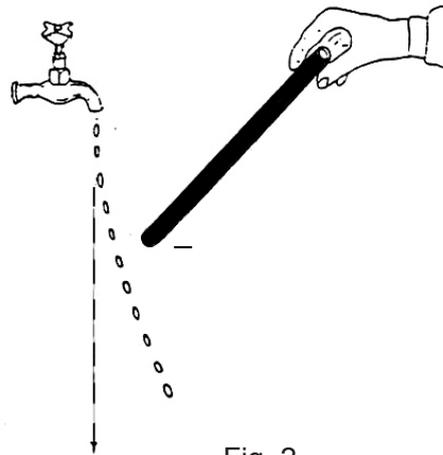


Fig. 2

ESPERIENZA N. 2

Materiale occorrente: 1 verga di PVC; 1 straccetto sintetico.

Questa è un'esperienza che devi eseguire nei pressi di un lavandino.

Apri il rubinetto in modo che esca un sottile filo d'acqua. Strofini con il tessuto sintetico un'estremità della verga di PVC e avvicinala alla zona alta del filo d'acqua. (Fig. 2).

Al contrario di quanto si possa immaginare, vedrai che le gocce vengono attratte dalla verga elettrizzata.

L'elettricità che si genera su un corpo strofinato, rimane localizzata. Per questo motivo viene definita **elettricità statica**.

2° LA CARICA ELETTRICA

Esegui la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 3

Materiale occorrente: 1 asta col gancio; 1 basetta circolare; 1 sostegno a cavalletto; 2 verghe di PVC; 1 verga di plexiglas; 1 coppia di straccetti; 1 cordicella.

Strofina l'estremità di una verga di PVC con il tessuto sintetico, appendila al sostegno a cavalletto in corrispondenza della parte centrale e lega il tutto al gancio dell'asta. Fai in modo che la verga sia in equilibrio. Usando lo stesso straccetto, strofina un'estremità dell'altra verga di PVC e avvicinala all'estremità dell'asta appesa, come mostrato in figura 3.

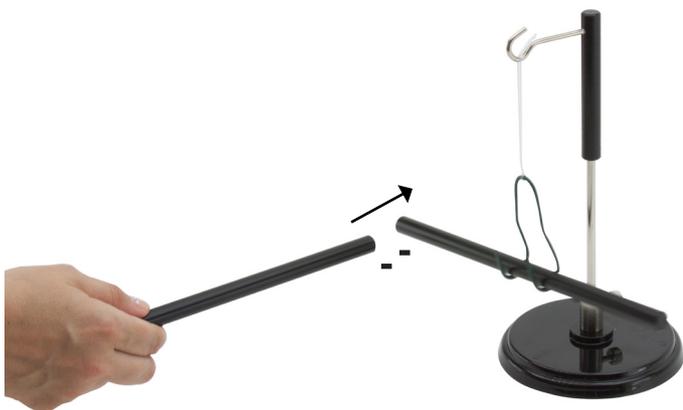


Fig. 3



Fig. 4

Vedrai le due verghe allontanarsi come se tra loro agisse una forza di repulsione.

Ripeti la stessa esperienza avvicinando alla verga di PVC appesa, l'estremità della verga di plexiglas dopo averla strofinata con lo straccetto di lana.

Vedrai le due verghe avvicinarsi come se tra loro agisse una forza di attrazione.

Per giustificare che le forze agenti tra corpi elettrizzati possono essere repulsive o attrattive, i fisici del XVIII secolo hanno introdotto una nuova grandezza fisica, **la carica elettrica**.

Hanno, quindi, supposto che le cariche elettriche presenti sui corpi elettrizzati siano di due tipi, i quali godono delle seguenti proprietà:

- sono gli unici due tipi di carica elettrica;
- corpi elettrizzati con cariche elettriche dello stesso segno si respingono;
- corpi elettrizzati con cariche elettriche di segno opposto si attirano;
- quando su un corpo sono presenti in egual numero cariche elettriche di segno opposto, il corpo è *eletticamente neutro*.

Per tradizione si definiscono **cariche positive** quelle che insorgono sul vetro quando viene strofinato; si definiscono **cariche negative** quelle che insorgono sull'ambra strofinata.

L'unità di misura della carica elettrica nel Sistema Internazionale è il **coulomb (C)**.

3° LE CARICHE ELETTRICHE NELLA MATERIA

La massa e la carica elettrica sono grandezze fisiche associate alla materia che consentono di studiare determinate classi di fenomeni, come l'inerzia, la gravità e l'elettricità.

E' noto, d'altra parte, che la materia è discontinua, essendo fatta di atomi e questi, a loro volta, di particelle ancora più piccole.

Da sempre i fisici si sono domandati come fossero distribuite la massa e la carica all'interno degli atomi.

Lungo e tortuoso è stato il percorso della ricerca per dare una risposta a questo interrogativo.

Parecchi sono i modelli proposti tra il secolo XIX e il secolo XX. Molti, in seguito, sono stati abbandonati; altri sono stati modificati alla luce di nuove conoscenze.

Nel 1913, il fisico neozelandese Ernest Ruthrford, in seguito ad esperienze condotte sulla radioattività, propose il cosiddetto modello planetario, secondo il quale ogni atomo sarebbe simile ad un piccolo sistema planetario al centro del quale, in una zona molto ristretta definita **nucleo**, sono concentrate le cariche positive, i **protoni**, mentre le cariche negative, gli **elettroni** ruoterebbero intorno al nucleo, proprio come i pianeti intorno al Sole.

Circa vent'anni dopo, fu scoperta la presenza nei nuclei di altre particelle senza carica, che furono definite **neutroni**. (Fig. 5).

Negli anni successivi, in seguito alla scoperta di nuove particelle, il modello planetario ha subito sostanziali modifiche, ma nella sua forma primitiva è ancora un valido strumento didattico in quanto consente la spiegazione di alcuni semplici fenomeni.

La massa e la carica delle tre particelle fondamentali, il protone, il neutrone e l'elettrone, sono riportate nel seguente schema.

Protone	$\left\{ \begin{array}{l} \text{massa: } m_p = 1,67252 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ \text{carica elettrica: } e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \end{array} \right.$
Neutrone	$\left\{ \begin{array}{l} \text{massa: } m_n = 1,67482 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ \text{carica elettrica: } 0 \text{ C} \end{array} \right.$
Elettrone	$\left\{ \begin{array}{l} \text{massa: } m_e = 9,1091 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \\ \text{carica elettrica: } e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \end{array} \right.$

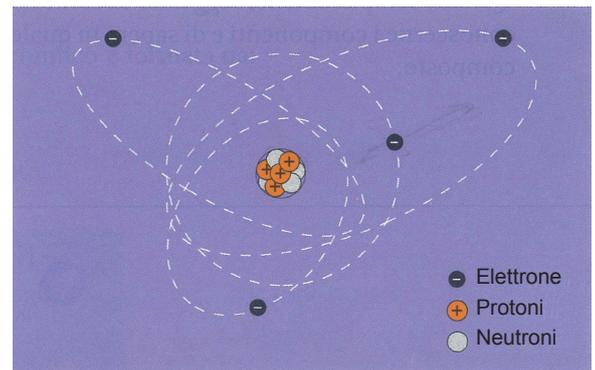


Fig. 5

Poiché i protoni sono i portatori della carica positiva, è evidente che questa è tutta concentrata nel nucleo. Invece, i portatori della carica negativa sono gli elettroni, per cui la carica negativa dell'atomo è tutta esterna al nucleo.

Normalmente i protoni non possono abbandonare il nucleo, mentre gli elettroni, in particolari condizioni, possono uscire dall'atomo: Di conseguenza,

- **se il numero degli elettroni è pari a quello dei protoni, l'atomo è elettricamente neutro;**
- **se gli elettroni sono in numero minore rispetto ai protoni, l'atomo è elettricamente positivo;**
- **se gli elettroni sono in numero maggiore rispetto ai protoni, l'atomo è elettricamente negativo.**

In figura 6 sono mostrate queste tre possibili condizioni.

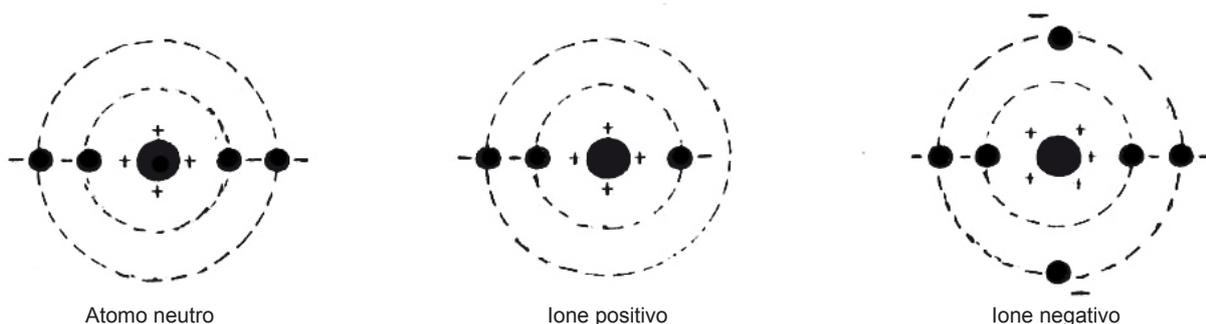


Fig. 6

4° CONDUTTORI ED ISOLANTI

Dal punto di vista elettrico, i corpi si possono suddividere in due grandi categorie:

i corpi isolanti;

i corpi conduttori.

Da qualche decina di anni a questa parte, hanno trovato largo impiego in elettronica dei materiali che non sono né totalmente isolanti né totalmente conduttori e, per questo motivo, sono definiti **semiconduttori**.

Qui ci limiteremo a trattare i conduttori e gli isolanti.

Le verghe di plexiglas e di PVC con le quali hai eseguito le precedenti esperienze, fanno parte degli isolanti, come, ad esempio, il vetro, il legno, la porcellana e tutti i materiali plastici.

Invece, sono conduttori elettrici tutti i metalli.

Per capire in che cosa consiste la differenza tra conduttori ed isolanti, esegui la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 4

Materiale occorrente: 1 verga metallica; 1 coppia di straccetti; 1 foglio di carta velina.

Procedi come hai già fatto nell'esperienza n. 1; dopo aver disposto sul tavolo i ritagli di carta velina, strofina la verga metallica con uno straccetto e avvicina la parte strofinata ai pezzetti di carta.

Potrai notare che, per quanti tentativi tu possa fare, nessun pezzetto di carta verrà attirato. (Fig. 7).

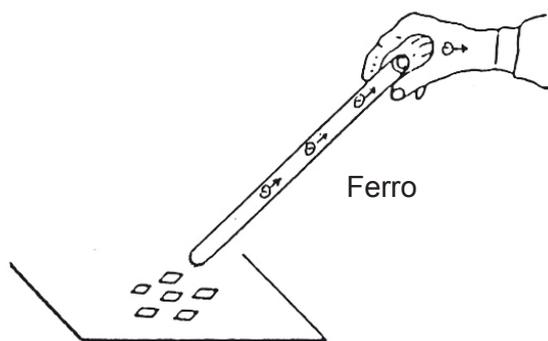


Fig. 7

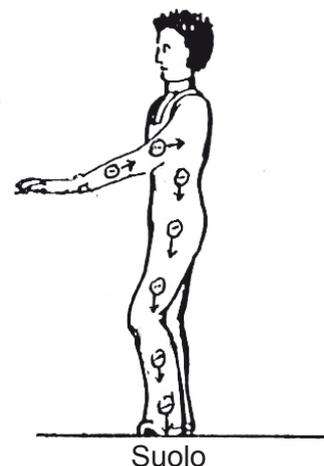


Fig. 8

Il motivo di questo insuccesso si spiega nel seguente modo.

Strofinando, ad esempio, una verga di PVC con lo straccetto sintetico, le cariche negative, cioè gli elettroni, che affiorano alla sua estremità, rimangono dove si trovano. Queste cariche non possono propagarsi lungo la verga perché il PVC è un materiale isolante.

Nel caso di un metallo, invece, le cariche che si vengono a formare per lo strofinio si propagano lungo la sbarra e, attraverso la nostra mano e il nostro corpo, vengono, di volta in volta, scaricate a terra, specialmente se hai scarpe con la suola di cuoio, come è mostrato in figura 8.

Completa la seguente frase:

sono conduttori elettrici i materiali nei quali gli elettroni possono

sono isolanti elettrici i materiali nei quali gli elettroni

5° IL CAMPO ELETTRICO

Nel 1784 il fisico francese Charles Coulomb mise a punto un particolare strumento, *la bilancia di torsione*, mediante la quale riuscì a valutare l'intensità della forza che agisce tra due sferette metalliche caricate elettricamente, in funzione della loro distanza.

Egli pervenne alla seguente relazione che costituisce la cosiddetta **legge di Coulomb**:

$$F_q = \pm k \frac{Q \cdot q}{r^2} \quad (1)$$

dove **Q** e **q** indicano le cariche delle due sferette ed **r** la loro distanza.

Il doppio segno si riferisce al fatto che la forza può essere attrattiva o repulsiva. Se le due cariche hanno segno opposto, la forza è attrattiva e il segno è negativo; in caso contrario la forza è repulsiva e il segno è positivo.

Il valore della costante di proporzionalità **k**, dipende dalle unità che si usano per misurare le altre grandezze. Se le cariche sono misurate in coulomb e la loro distanza è misurata in metri, il valore della costante **k** risulta,

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

Quindi, due cariche puntiformi di 1 C alla distanza di 1m nel vuoto, si attirano o si respingono con la forza di $9 \cdot 10^9$ N.

Tra la legge di Newton che esprime la forza attrattiva F_g agente tra due corpi di massa **M** e **m**, e la legge di Coulomb, esiste una evidente analogia formale:

$$F_g = G \frac{M \cdot m}{r^2} \qquad F_q = \pm k \frac{Q \cdot q}{r^2}$$

In questa analogia, alle masse corrispondono le cariche elettriche, ma allo stato attuale delle conoscenze, non è possibile dare alcuna spiegazione. Queste forze, inoltre, hanno una caratteristica comune: non agiscono per contatto, cioè non necessitano di un mezzo materiale che faccia da supporto alla loro propagazione.

Per giustificare che *l'azione di queste forze si esplica a distanza*, due fisici inglesi del XIX secolo, Faraday e Maxwell, svilupparono il concetto di *campo di forza*.

Per comprendere questo concetto, facciamo riferimento alla forza elettrica, precisando che le conclusioni possono essere applicate anche alla forza gravitazionale.

Consideriamo, ad esempio, un corpo A vincolato con una carica **Q** e un corpo B libero, recante una carica **q** e disposto nelle vicinanze di A. IL corpo B è sollecitato da una forza, la cui intensità è espressa dalla legge di Coulomb. La relazione (1) che traduce questa legge, può essere riscritta nel modo seguente,

$$F_q = k \frac{Q}{r^2} \times q$$

che è costituita da due termini. Il primo di questi termini,

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

è una grandezza vettoriale, il cui modulo rappresenta la forza che agirebbe sulla carica elettrica unitaria (1 C), se fosse disposta alla distanza **r** dal corpo A che porta la carica **Q**. Questa grandezza viene definita **intensità del campo elettrico**, proprio perché contiene soltanto la carica **Q** che è la creatrice del campo elettrico e la distanza **r** che caratterizza lo spazio intorno ad essa.

Il secondo termine è la carica **q** del corpo B, che consente di rivelare l'esistenza del campo elettrico, in quanto **qualunque forza è sempre l'interazione tra due corpi**.

In conclusione, nello spazio che circonda un corpo con carica elettrica Q si crea un campo elettrico, cioè una regione dello spazio in ogni punto del quale, viene automaticamente definito un valore del vettore \vec{E} . (Fig. 9).

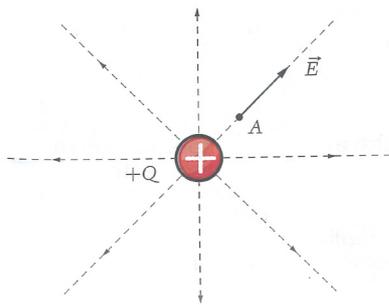


Fig. 9

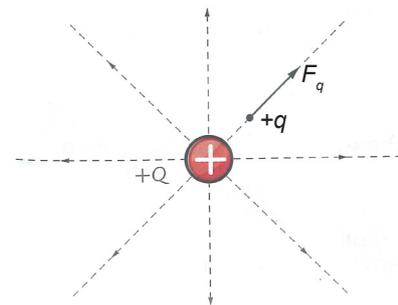


Fig. 10

Se in un punto qualsiasi del campo viene introdotto un corpo recante la carica q , questo è soggetto alla forza F_q il cui modulo è $E \cdot q$. (Fig. 10).

6° L'ENERGIA DEL CAMPO ELETTRICO - IL POTENZIALE ELETTRICO

Un corpo C di massa m in prossimità della superficie terrestre, se è libero cade al suolo. Durante la caduta perde parte dell'energia potenziale acquistata nel campo gravitazionale della Terra.

In modo analogo, se un corpo C con carica elettrica q viene disposto nel campo elettrico creato da una carica elettrica Q , acquista energia potenziale elettrica U_q . Con particolari procedimenti matematici si può dimostrare che,

$$U_q = k \frac{Q \cdot q}{r} \tag{2}$$

L'energia è positiva se le due cariche hanno lo stesso segno; negativa in caso contrario.

Nel primo caso, per azione della forza elettrica, q viene allontanata da Q . (Fig. 11).

Nel secondo caso, q si avvicina a Q . (Fig. 12).

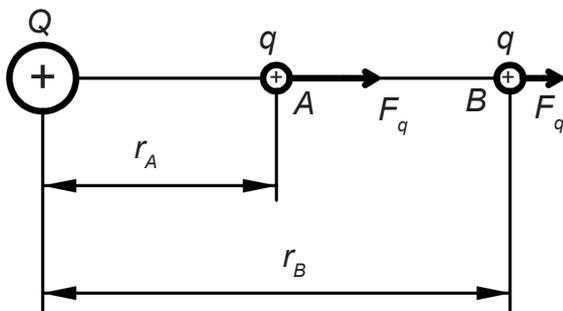


Fig. 11

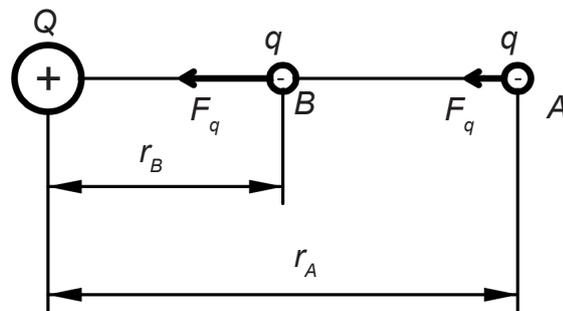


Fig. 12

E' facile verificare che , qualunque sia il suo segno, **la carica q , durante il suo movimento, perde energia potenziale, in quanto passa dai punti ad energia più alta a quelli ad energia più bassa.**

Osservando la relazione (2), si nota che, come la forza, anche l'energia potenziale elettrica è il prodotto di due fattori,

$$V = k \frac{Q}{r} \quad \text{e} \quad q$$

Il primo contiene i termini Q ed r , che sono caratteristici del campo elettrico e non dipendono dal corpo C. Il secondo, invece, è relativo soltanto al corpo C. Questo significa che, indipendentemente dalla presenza di altri corpi, in ogni punto del campo elettrico, oltre ad essere definita la grandezza vettoriale \vec{E} , è definita la grandezza scalare V che viene definita **potenziale del campo elettrico e che rappresenta l'energia potenziale posseduta dall'unità di carica posta in quel punto.** Dal momento che $V = U_q / q$, l'unità di misura del potenziale elettrico nel SI è il joule / coulomb, che viene definita **volt (V).**

Cioè,

$$1 \text{ volt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ coulomb}}$$

Se, ad esempio, una carica elettrica di 2 C si trova nel punto di un campo elettrico dove il potenziale è di 10 V, acquista l'energia potenziale di 20 J.

Si è visto in precedenza che quando una carica q si muove in un campo sotto l'azione della forza elettrica, perde energia, quindi si sposta dai punti a più alta energia a quelli a più bassa energia.

Consideriamo il caso in cui q è positiva.

Introducendo il potenziale elettrico, la sua energia, espressa dalla relazione (2), diviene $U_q = qV$.

Questo significa che, più alto è V , più alta è U_q , per cui

in un campo elettrico le cariche positive si muovono dai punti a potenziale più alto verso quelli a potenziale più basso. (Fig. 13).

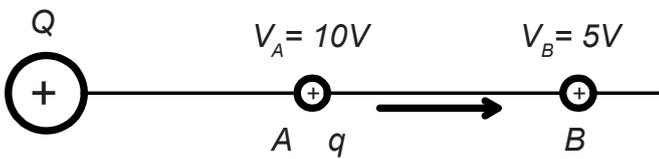


Fig. 13

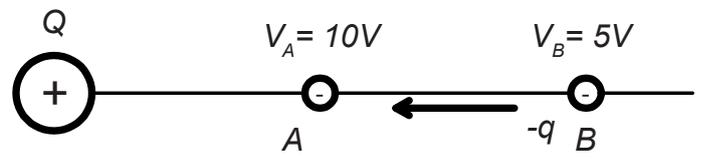


Fig. 14

Invece, se q è negativa, è negativa pure la sua energia. Questo significa che, più alto è V , più bassa è U_q , in quanto diviene sempre più negativa e viceversa. Di conseguenza,

in un campo elettrico le cariche negative si muovono dai punti a potenziale più basso verso quelli a potenziale più alto. (Fig. 14).

7° LA PILA

Le conclusioni alle quali si è giunti nelle precedenti schede sono state ricavate facendo riferimento al campo elettrico creato da una carica concentrata Q .

E' opportuno precisare che mantengono la loro validità per tutti i campi elettrici, qualunque sia la loro origine. Da qui in avanti si studierà il comportamento delle cariche elettriche nel campo creato da una pila, all'interno di un conduttore metallico.

La pila è un dispositivo fornito di due terminali, uno è definito **polo positivo** e l'altro **polo negativo**.

Se i due poli vengono collegati alle estremità di un conduttore metallico, al suo interno si viene a creare un campo elettrico, in ogni punto del quale è definito un potenziale.

Nel punto in cui il conduttore è collegato al polo positivo della pila, il potenziale ha il valore più alto; dove il conduttore è collegato al polo negativo il potenziale ha il valore più basso.

(Fig. 15).

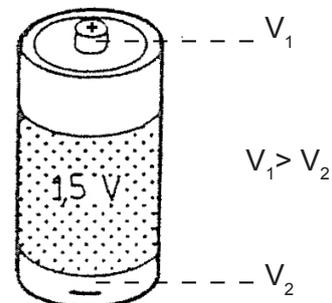


Fig. 15

Nella scheda 4° si è fatto presente che nei conduttori si possono muovere soltanto gli elettroni che sono cariche negative. Pertanto, in base a quanto affermato nella scheda precedente, si ha che

in un conduttore metallico, le estremità del quale sono collegate ai poli di un pila, gli elettroni si muovono dal polo negativo (potenziale più basso) verso il polo positivo (potenziale più alto).

Alla fine di questo movimento, ogni elettrone ha perso energia. Possiamo calcolarla.

Indichiamo V_1 il potenziale al polo positivo e V_2 il potenziale al polo negativo. L'energia posseduta da un elettrone ai due poli è

$$U_1 = e V_1 \qquad U_2 = e V_2$$

Poichè la carica dell'elettrone è negativa ($e = -1,602 \cdot 10^{-19}$ C), se $V_1 > V_2$, si ha che $U_1 < U_2$. Quindi ogni elettrone nel passare dal punto a potenziale più basso del conduttore a quello a potenziale più alto perde una quantità di energia il cui valore assoluto è,

$$U_2 - U_1 = e(V_1 - V_2) = e \Delta V$$

Quindi, **sotto l'aspetto energetico non serve conoscere i potenziali elettrici ai poli della pila; ciò che conta è la differenza di potenziale ΔV .**

Se la differenza di potenziale (d.d.p.) ai capi di una pila è $\Delta V = 3$ V, noi possiamo ritenere che il potenziale al polo negativo sia 0V e quello al polo positivo sia di 3V, oppure quello al polo negativo sia di -1,5V e quello al polo positivo sia 1,5V, e così via. Ricordati che la differenza di potenziale viene anche definita **tensione elettrica**.

8° IL VOLTMETRO

Le pile non sono gli unici dispositivi in grado di creare un campo elettrico nei conduttori. Ad esempio, gli alimentatori elettronici sono in grado di fornire d.d.p di qualunque valore. In ogni caso prima di utilizzare una pila o un simile alimentatore, è opportuno misurare la d.d.p. disponibile.

Uno strumento che consente di ottenere tali misure, è il **voltmetro**.

Con la seguente esperienza, imparerai ad usarlo.

ESPERIENZA N. 5

Materiale occorrente: 1 voltmetro; 2 cavetti da 60 cm; 1 generatore elettrico (non fornito).

In figura 16 è mostrato il voltmetro digitale in corrente continua (DC), fornito in questa unità didattica. Ha una portata di 200 V.

Il morsetto nero va collegato sempre al polo negativo del generatore elettrico; quello rosso al polo positivo. (Fig. 17).



Fig. 16



Fig. 17

Nei casi in cui è necessario disporre di d.d.p più elevate di quella di una sola pila, possono essere disposte in serie più pile, come è mostrato in figura 18.

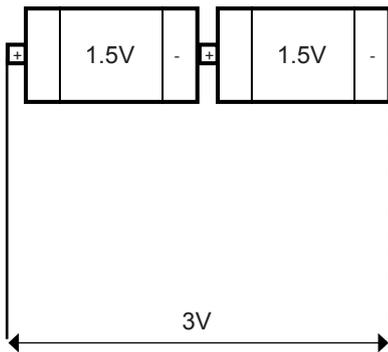


Fig. 18



Fig. 19

Il collegamento va effettuato mettendo a contatto il polo positivo della seconda pila con il polo negativo della prima; il polo positivo della terza col polo negativo della seconda e così via.

In figura 19 è mostrato come devono essere disposte 4 torce in un portapile per ottenere una d.d.p. di 6V.

La prima pila è stata costruita nel 1800 dall'italiano Alessandro Volta ed era costituita da una serie di dischi di rame e di zinco disposti alternativamente, tra i quali erano interposti dischi di panno inzuppato di una soluzione acida. (Fig. 20).

Puoi costruire una semplice pila con un limone.

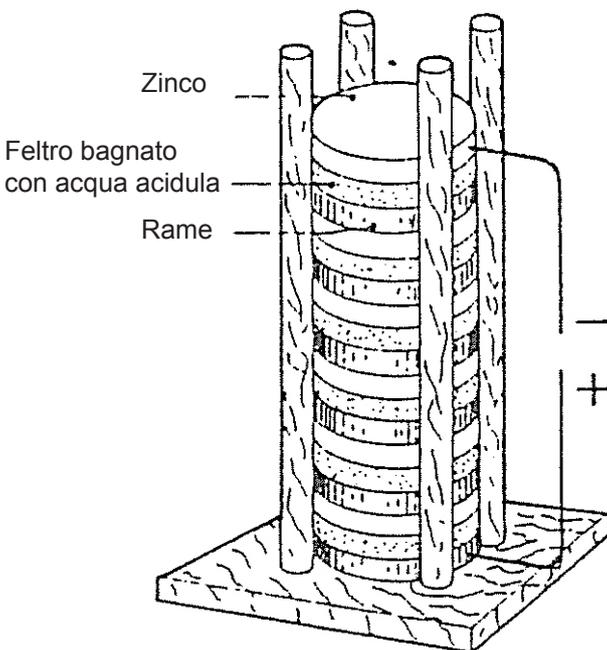


Fig. 20



Fig. 21

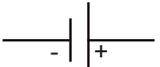
ESPERIENZA N. 6

Materiale occorrente: 1 voltmetro; 2 cavetti da 60 cm; 2 pinze a coccodrillo; 1 coppia di elettrodi; 1 limone.

Procurati un limone, fallo rotolare sul tavolo premendolo leggermente, in modo da rompere parte dei sacchetti di acido citrico in esso contenuti. Introduci nel limone le due lamine, di zinco e di rame, evitando che si tocchino. Completa, poi, il circuito come è mostrato in figura 21. La pila che hai costruito fornisce una d.d.p. di circa 0,5V. L'elettrodo di rame è il polo positivo.

9° IL CIRCUITO ELETTRICO

In figura 22 è mostrato lo schema del più semplice circuito elettrico. E' costituito dai seguenti elementi:

- **la pila**, il cui simbolo è : 
- **l'interruttore**, il cui simbolo è: 
- **i cavi di collegamento**;
- **il carico utilizzatore**.

Il simbolo del carico utilizzatore varia a seconda della sua funzione. Il simbolo della lampadina, ad esempio è il seguente .

Nel filamento della lampadina, gli elettroni fluiscono dal polo negativo al polo positivo, cedendo la loro energia alla lampadina che la trasforma in luce. (Fig. 23).

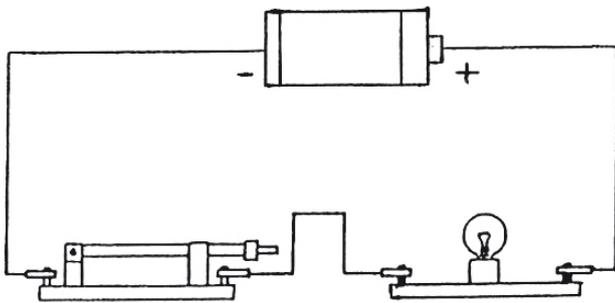


Fig. 22

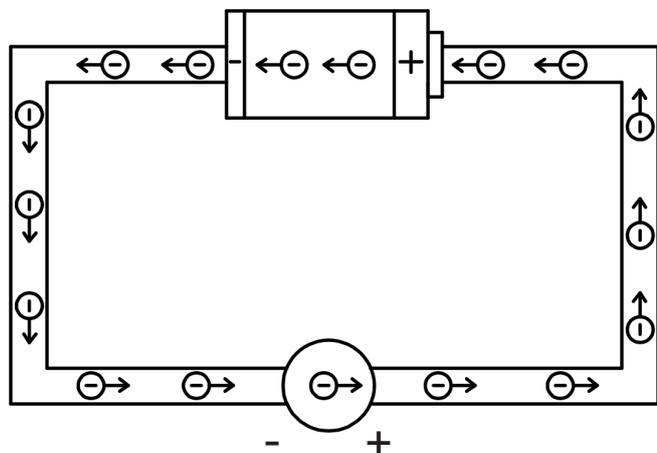


Fig. 23

Internamente alla pila, gli elettroni vengono riportati dal polo positivo al polo negativo a spese dell'energia chimica della pila.

Realizza questo semplice circuito nella prossima esperienza.

ESPERIENZA N. 7

Materiale occorrente: 1 lampadina da 6V con portalampada; 1 interruttore; 2 cavetti da 60 cm; 1 cavetto da 30 cm; generatore elettrico (non fornito).

Completato il circuito di figura 24, inizia ad alimentare la lampadina con una d.d.p. di 2V; poi di 4V; e, infine, di 6V.

Rispondi alle seguenti domande.

Perché, se l'interruttore è aperto, la lampada non si accende?

Per quale motivo, più elevata è la d.d.p. applicata alla lampadina, più questa è luminosa?

Cosa accadrebbe alla lampadina se venisse alimentata con una d.d.p. maggiore di 6V?



Fig. 24

10° L'INTENSITÀ DELLA CORRENTE ELETTRICA- L'AMPEROMETRO

Quando un conduttore metallico è percorso da un flusso di elettroni, si afferma che in esso fluisce una **corrente elettrica**. Con le conoscenze attuali si ritiene che la più piccola carica elettrica che si possa isolare sia, in valore assoluto, quella portata dai protoni e dagli elettroni, cioè: $|e| = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Se, ad esempio, in un dato intervallo di tempo Δt in un conduttore fluiscono 10^{20} elettroni, il valore assoluto della carica elettrica che lo ha attraversato, è

$$Q = 10^{20} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 16,02 \text{ C}$$

Facendo il rapporto tra la carica Q e l'intervallo di tempo Δt si ottiene la carica che ha attraversato il conduttore nell'unità di tempo e che viene definita **intensità della corrente elettrica** (I). Cioè,

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

Nel S I, misurando la carica elettrica in coulomb e l'intervallo di tempo in secondi, l'intensità della corrente elettrica viene misurata in ampère (A). Quindi,

$$1 \text{ ampère} = \frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ secondo}}$$

Per esempio, se la precedente carica elettrica $Q = 16,02 \text{ C}$ transita in un intervallo di tempo $\Delta t = 10\text{s}$, l'intensità della corrente elettrica risulta

$$I = \frac{16,02 \text{ C}}{10 \text{ s}} = 1,602 \text{ A}$$

L'intensità della corrente elettrica si misura con l'**amperometro**. Quello fornito in questa unità didattica è digitale ed ha una portata di 2 A DC. (Fig. 25).

Puoi imparare ad usare questo strumento di misura con la seguente esperienza.



Fig. 25

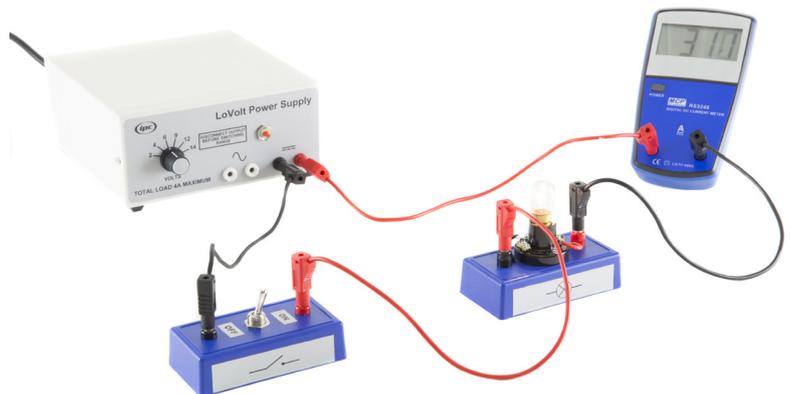


Fig. 26

ESPERIENZA N. 8

Materiale occorrente: 1 lampadina da 6V con portalampada; 1 interruttore; 2 cavetti da 60 cm; 2 cavetti da 30 cm; 1 generatore elettrico (non fornito).

Nel circuito di figura 26, è mostrato come deve essere inserito l'amperometro in modo che esso possa essere attraversato dalla stessa corrente elettrica che percorre il carico utilizzatore, cioè la lampadina.

Questa particolare disposizione viene definita **inserimento in serie**. La corrente positiva deve entrare dal morsetto rosso e deve uscire dal morsetto nero.

11° LA PRIMA LEGGE DI OHM

Con le precedenti esperienze hai verificato che applicando una d.d.p. ΔV alle estremità di un conduttore, questo è sede di una corrente elettrica di intensità I .
Esiste una relazione tra ΔV e I ? Potrai scoprirlo con la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 9

Materiale occorrente: 1 voltmetro; 1 amperometro; 1 resistore da 10Ω ; 2 cavetti da 60 cm; 3 cavetti da 30 cm; 1 generatore elettrico (non fornito).

Nel circuito di figura 27 viene utilizzato come carico il resistore contrassegnato 10Ω .
Capirai in seguito il significato del simbolo Ω . Sappi, per ora, che un resistore è un filo metallico avvolto su un supporto isolante.

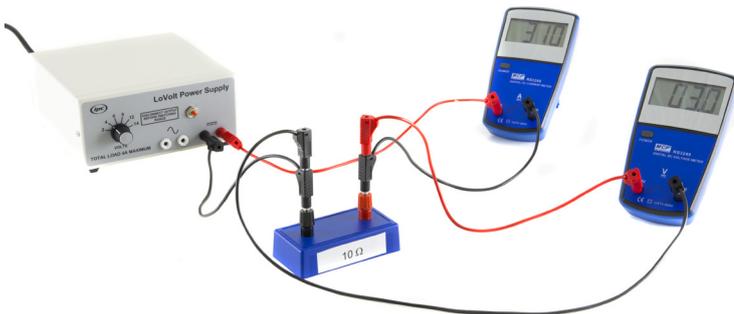


Fig. 27

ΔV (V)	I (A)	$\Delta V / I$
.....
.....
.....
.....

Fig. 28

Come prima operazione, applica al resistore la d.d.p. $\Delta V_1 = 2V$ e prendi nota dell'intensità I_1 della corrente elettrica.

Ripeti questa operazione utilizza d.d.p. sempre crescenti, da 2V, a 9V e prendi nota, ogni volta, dei valori dell'intensità delle correnti I_2, I_3 e I_4 e delle tensioni applicate al resistore.

Riporta tutte le misure in una tabella, come quella mostrata in figura 28.

I dati ottenuti mostrano che, entro i limiti dell'errore sperimentale,

il rapporto tra le d.d.p. applicate al resistore e le relative intensità di corrente si mantiene costante.
Cioè,

$$\frac{\Delta V}{I} = R \tag{3}$$

Misurando ΔV in volt e I in ampère, la grandezza R , definita **resistenza elettrica**, viene misurata in ohm, il cui simbolo è Ω . Precisamente,

$$1 \text{ ohm} = \frac{1 \text{ volt}}{1 \text{ ampère}}$$

La relazione (3) può essere riscritta nel modo seguente,

$$I = \frac{\Delta V}{R} \tag{4}$$

che costituisce la legge fondamentale dell'elettrodinamica, nota anche come **prima legge di Ohm**, dal nome del fisico tedesco G.S. Ohm (1787 - 1854), che la postulò. Essa esprime che,

l'intensità della corrente elettrica che percorre un conduttore è proporzionale alla d.d.p. applicata ai suoi capi e inversamente proporzionale alla sua resistenza elettrica.

12° LA SECONDA LEGGE DI OHM

Per quanto si è visto nella precedente scheda, l'intensità della corrente elettrica che percorre un conduttore metallico, non dipende soltanto dalla d.d.p. applicata ai suoi estremi, ma anche dalla resistenza che il conduttore oppone al passaggio della corrente.

E' logico, allora, domandarsi da quali grandezze dipende la resistenza di un filo conduttore. Per filo conduttore intendiamo un filo metallico, perchè di metallo sono i cavetti di collegamento, il filamento utilizzato nelle lampadine, quello usato nelle stufe elettriche, negli avvolgimenti dei motori elettrici e così via.

Quindi le grandezze che distinguono un filo metallico da un altro sono: la lunghezza, la sezione, il metallo o la lega di cui è fatto e la temperatura.

Con le due seguenti esperienze potrai imparare come la resistenza elettrica di un filo metallico dipende dalla sua lunghezza e dalla sua sezione.

Dipendenza dalla lunghezza

ESPERIENZA N. 10

Materiale occorrente: 1 amperometro; 3 cavetti da 60 cm; 1 filo di nichel-cromo; 2 isolatori col supporto; 1 pinza a coccodrillo; 1 regolo lineare; 1 generatore elettrico (non fornito).

Monta il circuito di figura 29, facendo in modo che il filo di nichel-cromo, sia ben teso tra i due isolatori.

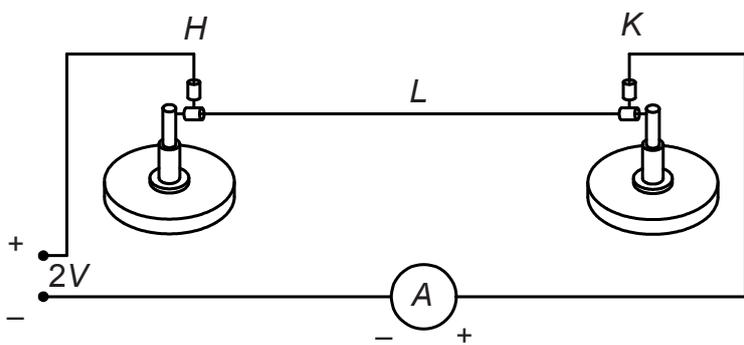


Fig. 29

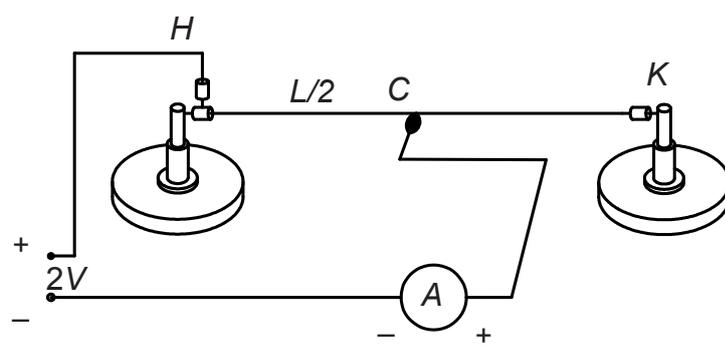


Fig. 30

Applica la d.d.p. di 2V alle estremità H e K del filo la cui lunghezza è L e prendi nota dell'intensità I_1 della corrente che circola.

Ripeti la precedente operazione ma, invece di collegare il morsetto positivo dell'amperometro al punto K , collegalo al punto C a metà del filo mediante la pinza a coccodrillo. Prendi nota dell'intensità I_2 della corrente e tieni presente che, adesso, il tratto di filo interessato è lungo $L/2$. (Fig. 30).

Potrai notare che, entro i limiti dell'errore sperimentale, dimezzando la lunghezza del filo l'intensità della corrente raddoppia. Questo significa che,

l'intensità della corrente è inversamente proporzionale alla lunghezza del filo.

Poichè, in base alla prima legge di Ohm, l'intensità della corrente è, a sua volta, inversamente proporzionale alla resistenza R , si può concludere che,

la resistenza elettrica di un filo metallico è proporzionale alla sua lunghezza.

ATTENZIONE: non avvicinare ulteriormente la pinza a coccodrillo all'estremità H del filo; potresti danneggiare l'amperometro.

Dipendenza dalla sezione

ESPERIENZA N. 11

Materiale occorrente: 1 amperometro; 3 cavetti da 60 cm; 2 fili di nichel-cromo; 2 isolatori; 1 generatore elettrico (non fornito).

Per dimostrare la dipendenza della resistenza R del filo dalla sua sezione S , puoi utilizzare il circuito schematizzato in figura 31. Dapprima connetti un solo filo e prendi nota dell'intensità della corrente I_1 che circola quando viene applicata una tensione di 6 V.

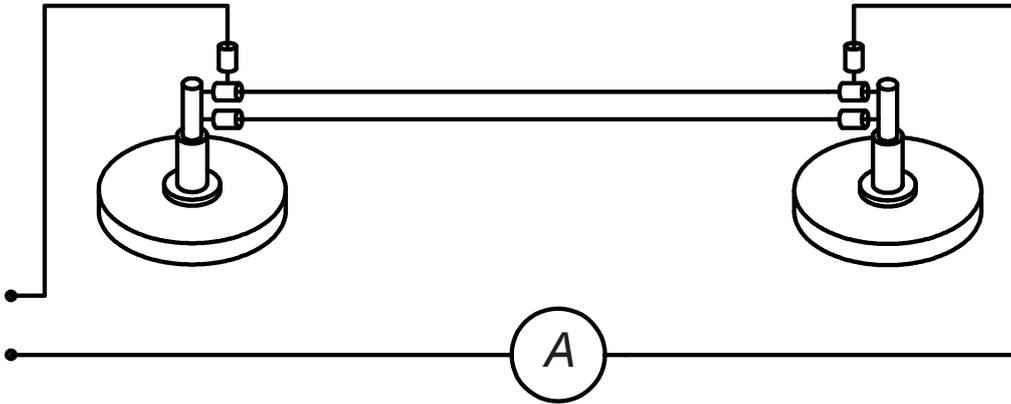


Fig. 31

Ripeti la stessa operazione dopo aver connesso il secondo filo.

Ora il conduttore è rappresentato dai due fili di nichel-cromo di eguale lunghezza e di eguale sezione disposti in parallelo. In questo modo, i due fili si comportano come un unico conduttore della stessa lunghezza ma con sezione doppia. Applica ancora alle loro estremità la d.d.p. di 6V e prendi nota dell'intensità I_2 della corrente. Potrai verificare che, entro i limiti dell'errore sperimentale, risulta $I_2 = 2 I_1$. Cioè,

l'intensità della corrente è proporzionale alla sezione del conduttore.

Poichè, in base alla prima legge di Ohm, l'intensità della corrente è, a sua volta, inversamente proporzionale alla resistenza R , si può concludere che,

la resistenza elettrica di un filo metallico è inversamente proporzionale alla sua sezione.

I risultati ottenuti con le esperienze N.10 e N.11 possono essere riassunti nella seguente formula:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Questa relazione rappresenta ***la seconda legge di Ohm.***

La costante ρ (leggi rho), è definita ***resistività***, o ***resistenza specifica***, in quanto rappresenta la resistenza di un filo lungo 1m avente la sezione di 1 mm².

Questa unità di misura non appartiene al SI, ma è usata nella pratica.

Nella tabella di figura 32 sono riportati i valori della resistività dei conduttori metallici più usati nella tecnica.

Materiale	Resistività alla temperatura di 0°C ($\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$)
Argento	0,015
Rame	0,016
Tungsteno	0,05
Argentata	0,35
Manganina	0,40
Costantana	0,50
Ferro-Nichel	0,80
Mercurio	0,94
Nichel-Cromo	1,00
Carbone	30

Fig. 32

13° LA RESISTIVITÀ

Come mostrato nella tabella di figura 32, la resistività di un conduttore metallico dipende dalla natura chimica del materiale di cui è composto.

Con la seguente esperienza potrai verificare che essa dipende anche dalla sua temperatura

ESPERIENZA N. 12

Materiale occorrente: 1 amperometro; 1 lampadina da 6V con portalampada; 2 cavetti da 60 cm; 1 cavetto da 30 cm; 1 generatore elettrico (non fornito).

Facendo riferimento al circuito descritto in figura 33, applica alla lampadina d.d.p. crescenti da 2V a 6V, e prendi nota, ogni volta, della intensità I della corrente. Non superare il valore di 6 V.

Se, oltre alle d.d.p. riporti in una tabella anche le intensità della corrente, noterai che i rapporti $\Delta V / I$ non si mantengono costanti, ma aumentano con l'aumentare della d.d.p.

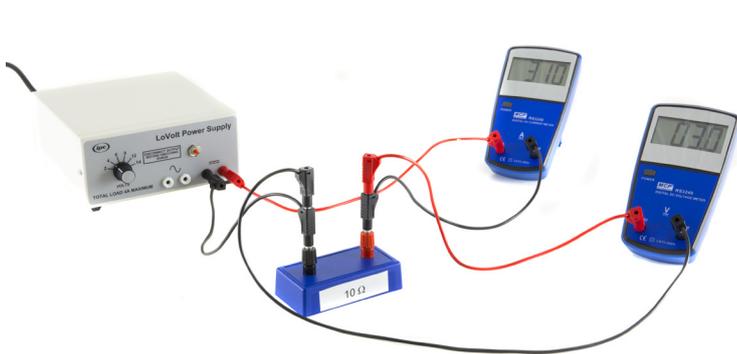


Fig. 33

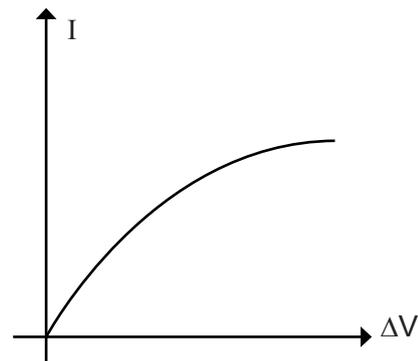


Fig. 34

Noterai anche che all'aumentare di ΔV , il filamento della lampadina diviene sempre più rosso, perché aumenta la sua temperatura. Puoi, allora, concludere che,

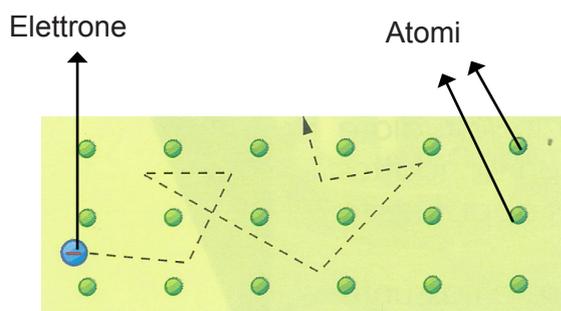
la resistività di un conduttore metallico aumenta con l'aumentare della sua temperatura.

Se riporti i dati in un grafico come quello di figura 34 otterrai la rappresentazione grafica di questa relazione.

Come è stato affermato in una precedente scheda, nei metalli gli atomi sono disposti secondo schemi geometrici ben definiti. Alcuni elettroni degli strati energetici più esterni, però, si possono muovere liberamente nel reticolo degli atomi. In assenza di un campo elettrico esterno, il movimento di questi elettroni liberi, anche definiti **elettroni di conduzione**, è del tutto disordinato a causa delle repulsioni operate dagli elettroni legati ai nuclei atomici. (Fig. 35).

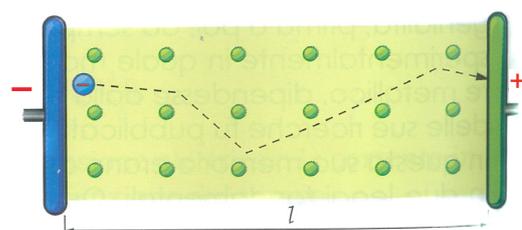
Se agli estremi del conduttore viene applicata una d.d.p., al suo interno si viene a creare un campo elettrico, per cui il conduttore è sede di una deriva di elettroni dal polo negativo a quello positivo (Fig. 36).

(Fig. 36). Questo movimento ordinato degli elettroni è ostacolato dall'agitazione termica degli atomi e questo spiega perché la resistività aumenti con l'aumentare della temperatura.



In assenza di campo elettrico, il moto degli elettroni liberi in un conduttore è del tutto disordinato ed è di origine termica.

Fig. 35



La presenza di un campo elettrico esterno orienta il moto degli elettroni dal polo negativo a quello positivo (moto di deriva).

Fig. 36

14° COME MISURARE LA RESISTENZA ELETTRICA

Vengono qui descritti due semplici metodi per misurare la resistenza elettrica di un conduttore. Potrai realizzarli per misurare la resistenza del resistore di 15Ω , supponendo che questo valore sia stato accidentalmente cancellato.

Metodo volt-amprometrico

ESPERIENZA N. 13

Materiale occorrente: 1 amperometro; 1 voltmetro; 2 cavetti da 60 cm; 3 cavetti da 30 cm; 1 resistore da 10Ω ; 1 generatore elettrico (non fornito).

Prepara il circuito di figura 37, seguendo lo schema mostrato in figura 38. Se ΔV è la d.d.p. ai capi del resistore e I è l'intensità della corrente che vi circola, per la prima legge di Ohm si ha,

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

Confronta il valore ottenuto con quello indicato dalla casa costruttrice, che è affetto da un errore percentuale che può arrivare fino al 10 %.

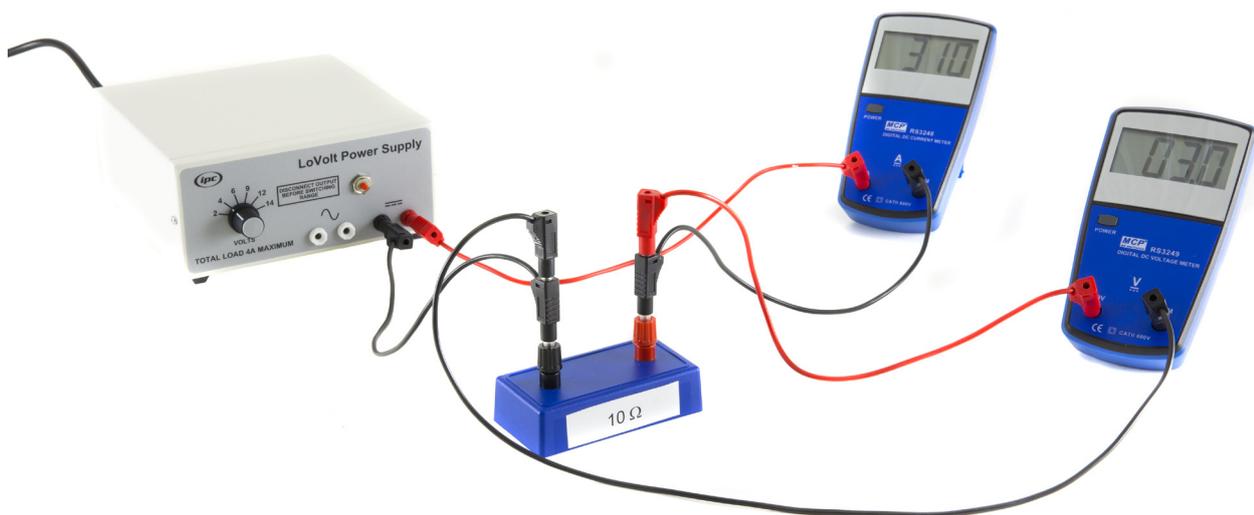


Fig. 37

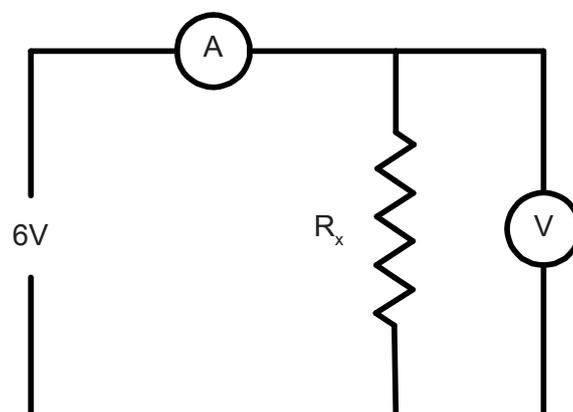


Fig. 38

Metodo del ponte a filo

ESPERIENZA N. 14

Materiale occorrente: 1 amperometro; 1 resistore da 10 Ω; 1 resistore da 15 Ω; 2 isolatori col supporto; 1 filo di nichel-cromo; 4 cavetti da 60 cm; 3 cavetti da 30 cm; 1 regolo lineare; 1 pinza a coccodrillo; 1 generatore elettrico (non fornito).

Prepara il circuito di figura 39, in cui il resistore da 15 Ω rappresenta il conduttore di cui devi misurare la resistenza. Dell'altro resistore è nota la resistenza.

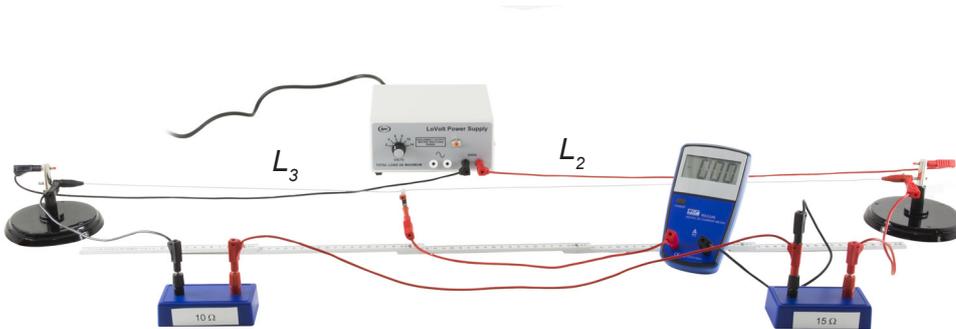


Fig. 39

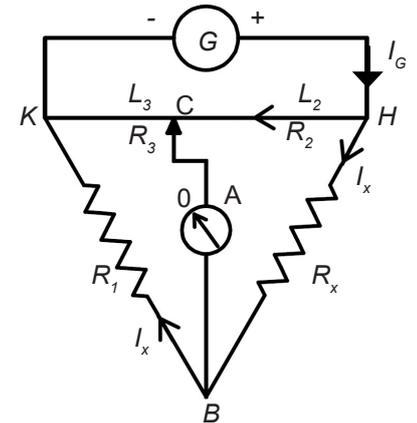


Fig. 40

Fai scorrere la pinza a coccodrillo sul filo di nichel-cromo fino a quando l'amperometro segnala che l'intensità della corrente che circola nel ramo BC del circuito, è nulla. (Fig. 40).

Questa situazione è verificata quando $V_B = V_C$.

Di conseguenza,

$$V_H - V_B = V_H - V_C \quad \text{e} \quad V_B - V_K = V_C - V_K$$

Per la prima legge di Ohm, si ha

$$I_x R_x = I R_2 \quad \text{e} \quad I_x R_1 = I R_3$$

Facendo rapporto membro a membro tra queste ultime relazioni, si ottiene,

$$\frac{R_x}{R_1} = \frac{R_2}{R_3}$$

Per la seconda legge di Ohm è

$$\frac{R_2}{R_3} = \frac{L_2}{L_3} \quad \text{per cui} \quad \frac{R_x}{R_1} = \frac{L_2}{L_3}$$

Quindi

$$R_x = \frac{L_2}{L_3} R_1$$

15° RESISTORI IN SERIE

Finora è stato preso in considerazione il caso in cui il carico utilizzatore inserito in un circuito elettrico è soltanto uno. In realtà possono essere più di uno e possono essere inseriti in tre modi diversi: *tutti in serie; tutti in parallelo; parte in serie e parte in parallelo.*

Quando i carichi sono più di uno, l'energia erogata dal generatore si ripartisce tra i vari carichi.

Due o più carichi sono collegati in serie quando la corrente uscente dal primo è eguale a quella che entra nel secondo e così via. Come la prima legge di Ohm possa essere applicata quando vi sono più carichi, puoi impararlo con la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 15

Materiale occorrente: 1 amperometro; 1 voltmetro; 2 resistori; 3 cavetti da 60 cm; 3 cavetti da 30 cm; 1 generatore elettrico (non fornito).

Prepara il circuito di figura 41 dove sono disposti in serie due resistori, le cui resistenze sono rispettivamente di $10\ \Omega$ e $22\ \Omega$. Prendi nota dell'intensità I della corrente elettrica. Poi, mediante il voltmetro misura le d.d.p. ΔV_1 e ΔV_2 ai capi dei due resistori. (Fig. 42).

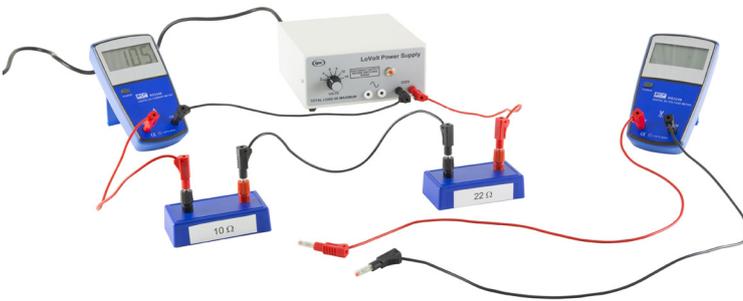


Fig. 41

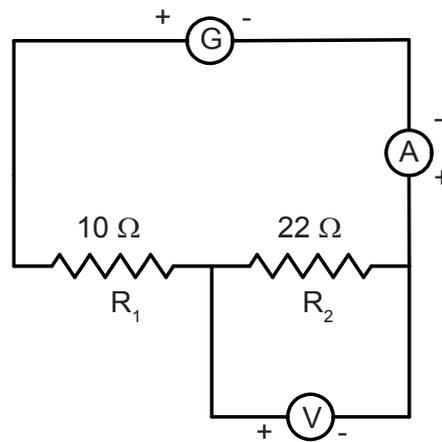


Fig. 42

Potrai così verificare le caratteristiche dei circuiti con più carichi in serie.

La somma delle d.d.p. ai capi dei due carichi è eguale alla d.d.p. ai capi del generatore.

Cioè,

$$\Delta V_1 + \Delta V_2 = \Delta V_g$$

Due carichi in serie sono visti dal generatore come un unico carico avente per resistenza la somma delle resistenze dei singoli carichi.

Cioè,

$$R_s = R_1 + R_2$$

Queste proprietà, che possono essere estese a più carichi, trovano la loro spiegazione nella prima legge di Ohm. Infatti,

$$\Delta V_1 = IR_1 \quad \Delta V_2 = IR_2 \quad \Delta V_3 = IR_3 \quad \text{ecc.}$$

e, sommando

$$\Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \dots = I (R_1 + R_2 + R_3 + \dots)$$

poichè

$$\Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3 + \dots = \Delta V_g \quad \text{e} \quad R_1 + R_2 + R_3 + \dots = R_s$$

si ha

$$I = \frac{\Delta V_g}{R_s}$$

16° IL REOSTATO

Sulla seconda legge di Ohm si basa il funzionamento del **reostato**, un dispositivo che consente di regolare con continuità l'intensità della corrente che percorre un circuito elettrico.

E' costituito da un filo conduttore di resistenza R , avvolto su un supporto isolante e facente capo a due morsetti A e B.

Sull'avvolgimento del filo può scorrere un cursore metallico collegato ad un morsetto C. (Fig.43).

Spostando il cursore da A verso B, la resistenza del tratto AC può variare da 0 ad R .

Inserendo il reostato in un circuito che comprende come carico una lampadina, è possibile ottenere una regolazione continua della sua luminosità.

ESPERIENZA N. 16

Materiale occorrente: 1 lampadina da 6V con portalampada; 1 reostato da 10Ω ; 3 cavetti da 60 cm; 1 generatore elettrico (non fornito).

Come prima operazione monta il circuito di figura 44. La tensione da utilizzare deve essere assolutamente di 6V. La resistenza del circuito è $R_s = R_L + R$, dove R è la resistenza del reostato e R_L è la resistenza della lampadina.

Se sposti il cursore del reostato tutto a sinistra la lampadina emette una luce molto forte perché $R = 0$, $R_s = R_L$ e l'intensità della corrente è massima.

A mano a mano che sposti il cursore verso destra, la resistenza del reostato aumenta. Quando il cursore è tutto spostato a destra la sua resistenza è massima, per cui l'intensità della corrente è minima.

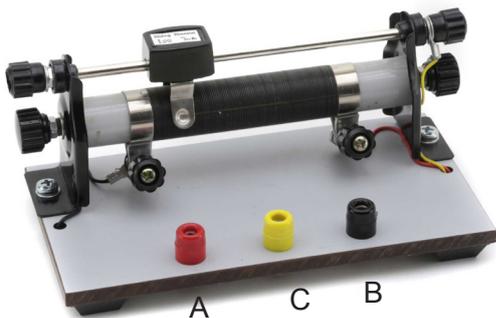


Fig. 43

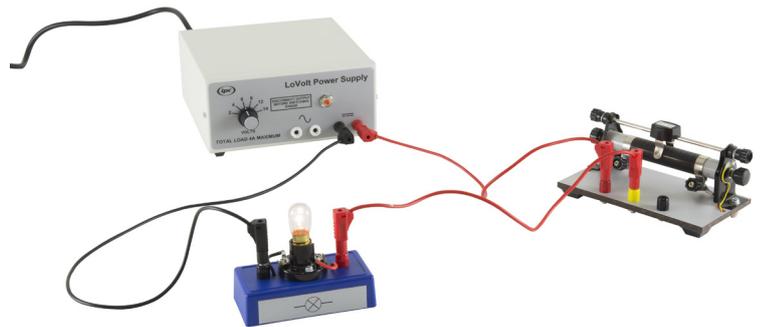


Fig. 44

17° RESISTORI IN PARALLELO

In figura 45 è mostrato lo schema di un circuito in cui al generatore sono collegati più carichi in parallelo. Si vede chiaramente che, **due o più carichi sono collegati in parallelo quando ai loro capi esiste la stessa d.d.p. ΔV .**

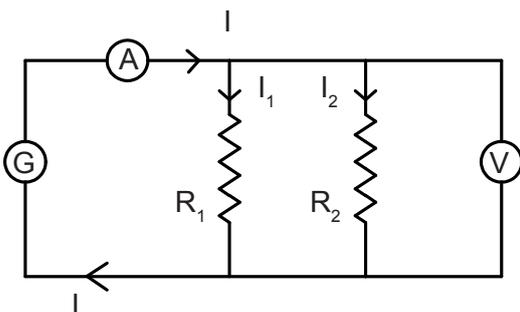


Fig. 45

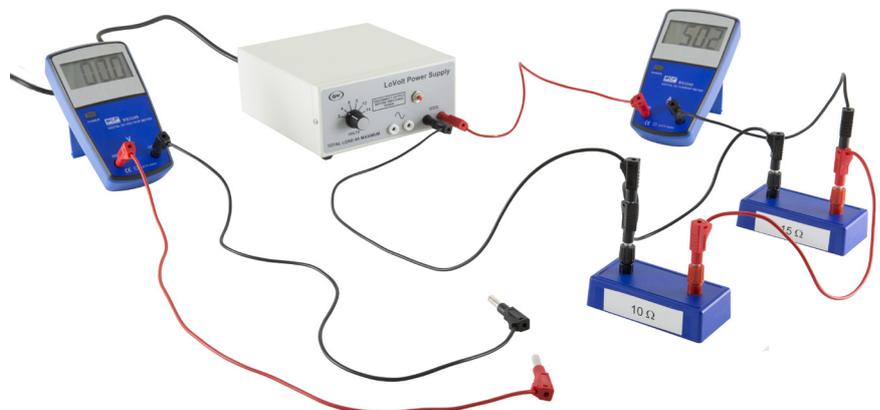


Fig. 46

Puoi scoprire a quanto equivale la resistenza complessiva di più carichi in parallelo con la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 17

Materiale occorrente: 1 amperometro; 1 voltmetro; 2 resistori; 3 cavetti da 60 cm; 3 cavetti da 30 cm; 1 generatore elettrico (non fornito).

Prepara il circuito di figura 46, dove sono disposti in parallelo due resistori, le cui resistenze sono rispettivamente di $10\ \Omega$ e $15\ \Omega$.

Mediante l'amperometro misura l'intensità I della corrente erogata dal generatore e le intensità I_1 e I_2 delle correnti che percorrono i due resistori. Potrai verificare che,

$$I = I_1 + I_2$$

Cioè,

l'intensità della corrente erogata dal generatore è la somma delle intensità delle correnti che attraversano i singoli carichi.

Per la prima legge di Ohm è,

$$I_1 = \frac{\Delta V}{R_1} \quad e \quad I_2 = \frac{\Delta V}{R_2}$$

per cui

$$I = \Delta V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Se poniamo

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_p}$$

la precedente espressione diviene

$$I = \frac{\Delta V}{R_p}$$

L'inverso della resistenza è una grandezza che si definisce **conduttanza**; quindi è possibile affermare che,

la conduttanza di più carichi in parallelo equivale alla somma delle conduttanze dei singoli carichi.

Se i carichi sono soltanto due si ha,

$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

18° LE RETI ELETTRICHE

Si definisce **rete elettrica** l'insieme di più conduttori collegati parte in serie e parte in parallelo.

Risolvere una rete elettrica significa determinare la d.d.p. ai capi di ogni singolo conduttore e l'intensità della corrente che li attraversa.

Imparerai ad ottenere questo risultato con la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 18

Materiale occorrente: 3 resistori; 1 amperometro; 1 voltmetro; 4 cavetti da 60 cm; 4 cavetti da 30 cm; 1 generatore elettrico (non fornito).

Realizza il circuito di figura 47. Il suo schema è mostrato in figura 48.

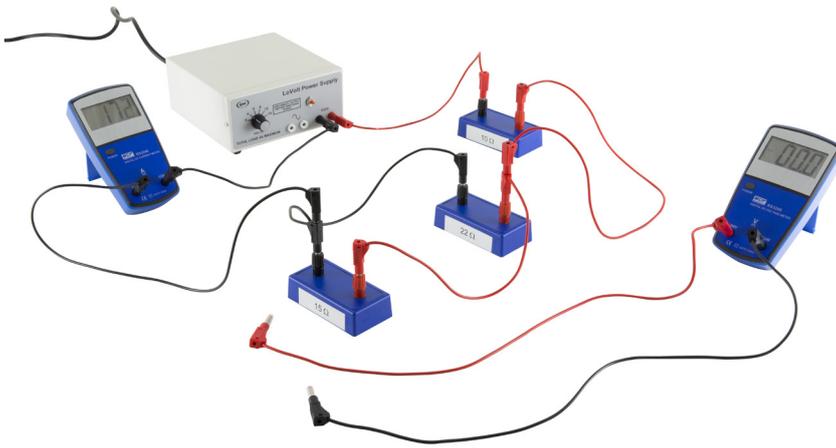


Fig. 47

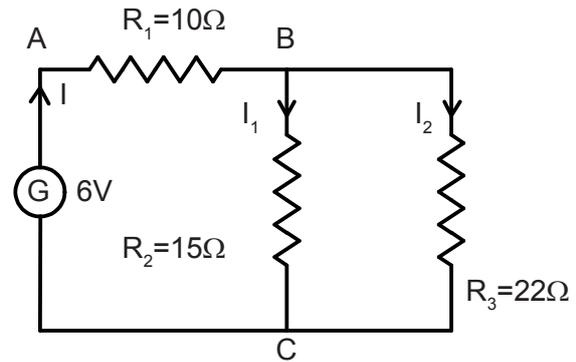


Fig. 48

Misura l'intensità della corrente I erogata dal generatore e quella delle correnti che percorrono i singoli resistori. In seguito misura le d.d.p. ai capi di ogni resistore. Infine risolvi la rete applicando la prima legge di Ohm e confronta i valori sperimentali con quelli teorici.

19° IL POTENZIOMETRO

Con l'esperienza N. 16 hai appreso come sia possibile regolare con continuità l'intensità della corrente che circola in un conduttore.

Con la seguente esperienza imparerai come sia possibile regolare con continuità la d.d.p. ai capi di un conduttore.

ESPERIENZA N. 19

Materiale occorrente: 1 voltmetro; 1 amperometro. 1 reostato da $10\ \Omega$; 2 cavetti da 60 cm; 2 cavetti da 30 cm; 1 lampadina col portalampada; 1 generatore elettrico (non fornito).

Realizza il circuito di figura 49, schematizzato in figura 50. La tensione del generatore deve essere di 6V. Muovendo il cursore del reostato da sinistra verso destra, il voltmetro segnala che la d.d.p. disponibile tra il primo e il secondo morsetto varia con continuità da 0V fino a quella erogata dal generatore.

Sostituendo il voltmetro con la lampadina, potrai regolarne la luminosità.

Applicando la prima legge di Ohm, valuta l'intensità della corrente che attraversa la lampadina e confronta il valore ottenuto con la misura sperimentale.

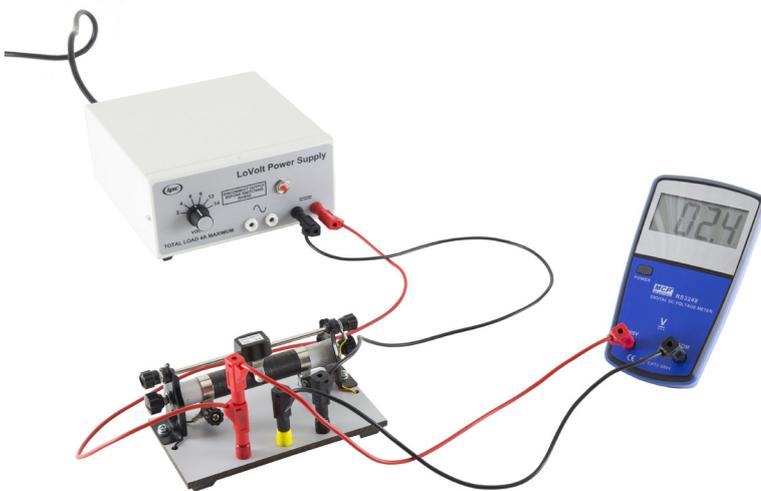


Fig. 49

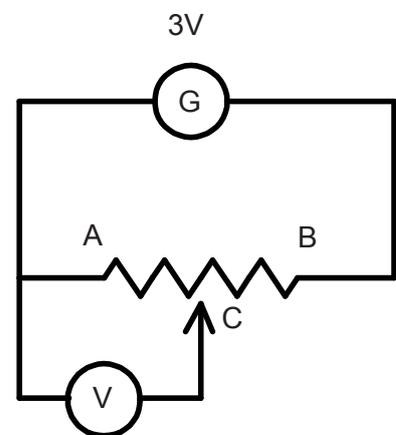


Fig. 50

20° LA RESISTENZA INTERNA DI UNA PILA

Tutti i generatori elettrici hanno una resistenza interna. Puoi verificarlo con una pila mediante seguente esperienza..

ESPERIENZA N. 20

Materiale occorrente: 1 voltmetro; 1 amperometro; 1 portapila; 3 cavetti da 60 cm; 1 cavetto da 30 cm; 1 lampada col portalampada; 1 pila tipo AA (non fornita)

Procurati una pila tipo AA e inseriscila nel portapila. Poi misura con il voltmetro la d.d.p. esistente ai suoi capi quando non è collegata ad un carico utilizzatore. Se non è scarica si ottiene il valore di 1,5V.

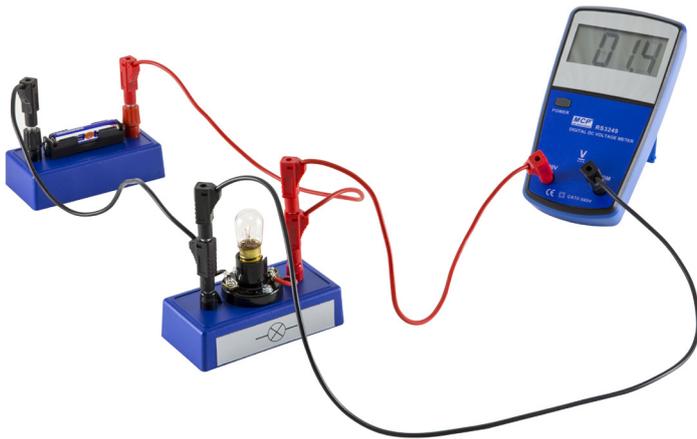


Fig. 51

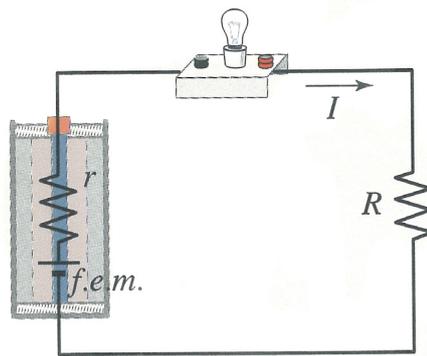


Fig. 52

Ripeti la misurazione quando la pila è collegata alla lampada. Il voltmetro segnala un valore lievemente inferiore a 1,5V. (Fig. 51).

Questo fenomeno è dovuto al fatto che le pile e i generatori elettrici hanno una resistenza interna r che risulta in serie alla resistenza R del carico. (Fig. 52). Di conseguenza la corrente che circola ha un'intensità

$$I = \frac{\Delta V_0}{r + R}$$

dove ΔV_0 è la d.d.p. ai poli della pila in assenza di carico, anche definita **forza elettromotrice della pila**. Quindi, la perdita di d.d.p. ai capi della batteria di pile è $I r$.

Misurando l'intensità della corrente I sei in grado di valutare la resistenza interna della pila.?

21° L' EFFETTO TERMICO DELLA CORRENTE ELETTRICA

Quando si collegano i poli di una pila ad un carico utilizzatore, l'energia chimica della pila si trasforma in energia elettrica.

A sua volta, l'energia elettrica si trasforma in altre forme, energia radiante se il carico è una lampadina, energia meccanica se il carico è un motore, ecc.

Una parte dell'energia elettrica, però, si trasforma in energia termica a causa del riscaldamento dei conduttori. Tutta l'energia elettrica si trasforma in energia termica quando il carico è una stufa o un forno elettrico.

Questa trasformazione è nota come **effetto Joule**.

Nella scheda 6° è stato fatto presente che quando una carica elettrica q si muove in un campo elettrico sotto l'azione della forza del campo, perde energia potenziale.

Se il movimento ha luogo tra due punti tra i quali vi è una d.d.p. ΔV , la perdita di energia risulta

$$\Delta U = q \Delta V$$

Poiché $q = I \Delta t$, la precedente relazione diviene,

$$\Delta U = I \Delta V \Delta t$$

Questa relazione esprime l'energia messa a disposizione per un intervallo di tempo Δt da un generatore elettrico ai capi del quale vi è una d.d.p. ΔV , quando l'intensità della corrente erogata è I .
Con la prossima esperienza potrai studiare il caso in cui l'energia elettrica si trasforma tutta in energia termica.

ESPERIENZA N. 21

Materiale occorrente: 1 voltmetro; 1 amperometro; 1 calorimetro elettrico; 1 bicchiere da 250 ml;
3 cavetti da 60 cm; 3 cavetti da 30 cm; 1 orologio (non fornito).
1 generatore elettrico (non fornito).

Versa nel calorimetro una massa $m = 100\text{g}$ di acqua e monta il circuito di figura 53.

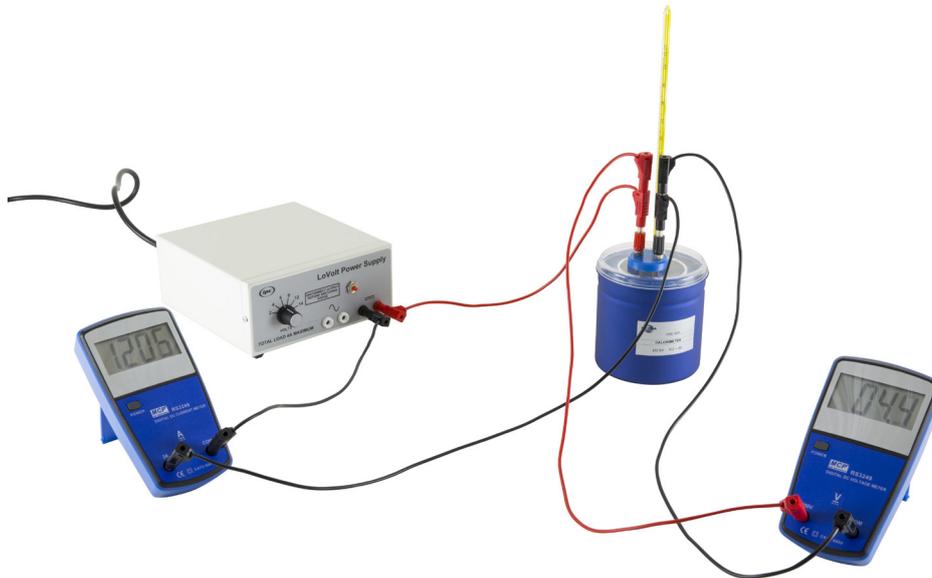


Fig. 53

Prendi nota della temperatura T_1 dell'acqua, dell'istante in cui chiudi l'interruttore e dell'intensità della corrente. Muovi delicatamente l'agitatore.

Dopo un intervallo di tempo Δt di circa dieci minuti, apri l'interruttore e registra la temperatura T_2 dell'acqua. Allora,

energia elettrica ceduta dal generatore: $\Delta U = I \Delta V \Delta t$

calore acquistato dall'acqua: $Q = c_a m (T_2 - T_1)$

dove c_a è il calore specifico dell'acqua.

Per il principio di conservazione dell'energia, dovrà essere,

$$I \Delta V \Delta t = c_a m (T_2 - T_1)$$

Piccole differenze sono dovute al fatto che a scaldarsi non è soltanto l'acqua, ma anche il recipiente che la contiene. Quindi alla massa dell'acqua dovrebbe essere aggiunto l'equivalente in acqua del calorimetro.

22° LA CONDUZIONE ELETTRICA NEI LIQUIDI

Per comprendere quando un liquido si comporta come un conduttore elettrico, è bene che tu esegua le seguenti esperienze.

ESPERIENZA N. 22

Materiale occorrente: 1 amperometro; 1 bicchiere da 250 ml; 1 disco con elettrodi rame-ottone; acqua distillata; 3 cavetti da 60 cm; 1 generatore elettrico (non fornito).

Introduci nel bicchiere 200 ml di acqua distillata e chiudilo con il tappo recante i due elettrodi. In seguito completa il circuito di figura 54. La tensione da utilizzare è di 6V.



Fig. 54



Fig. 55

Noterai che alla chiusura dell'interruttore, non circola corrente. Dunque,

l'acqua distillata non è un conduttore elettrico.

ESPERIENZA N. 23

Materiale occorrente: 1 amperometro; 1 bicchiere da 250 ml; 1 disco con elettrodi rame-ottone; soluzione di solfato di rame; 3 cavetti da 60 cm; 1 generatore elettrico (non fornito).

Utilizza ancora il circuito precedente sostituendo l'acqua distillata con 200 ml di soluzione di solfato di rame. Noterai che, a differenza dell'acqua distillata, la soluzione ottenuta conduce l'elettricità. (Fig. 55).

Potresti verificare che, come le soluzioni acquose di sali, si comportano anche le soluzioni di basi e di acidi. Questo fenomeno trova la sua spiegazione nella struttura di tali composti.

Nei composti caratterizzati da legami di tipo elettrostatico, come il legame ionico e il legame covalente, la presenza dell'acqua nella quale sono disciolti, indebolisce tali legami, per cui il composto si dissocia facilmente in ioni positivi e ioni negativi. (Fig. 56).

I composti che si dissociano quando sono sciolti in acqua, si definiscono ***elettroliti***.

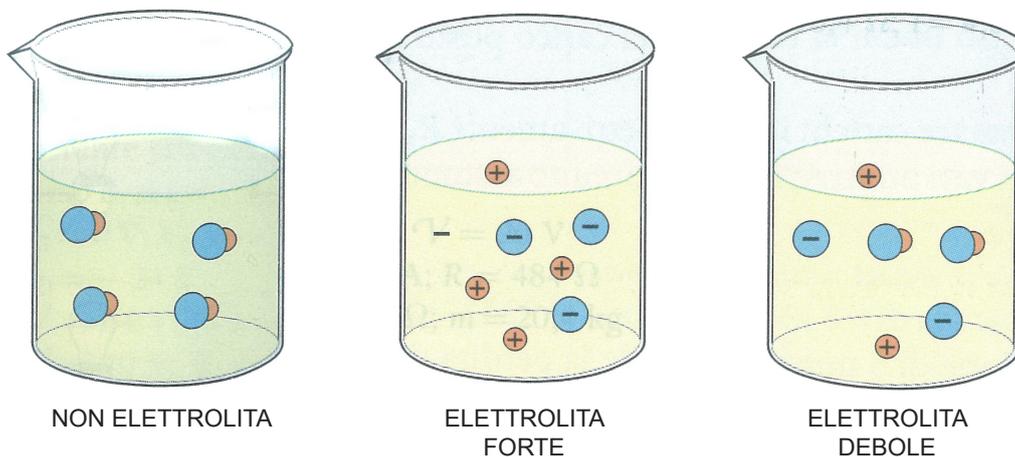


Fig. 56

Per esempio, sciogliendolo nell'acqua, l'acido cloridrico si dissocia nel modo seguente:



In presenza degli elettrodi polarizzati dal generatore, gli ioni positivi migrano verso il polo negativo; gli ioni negativi verso il polo positivo. (Fig. 57).

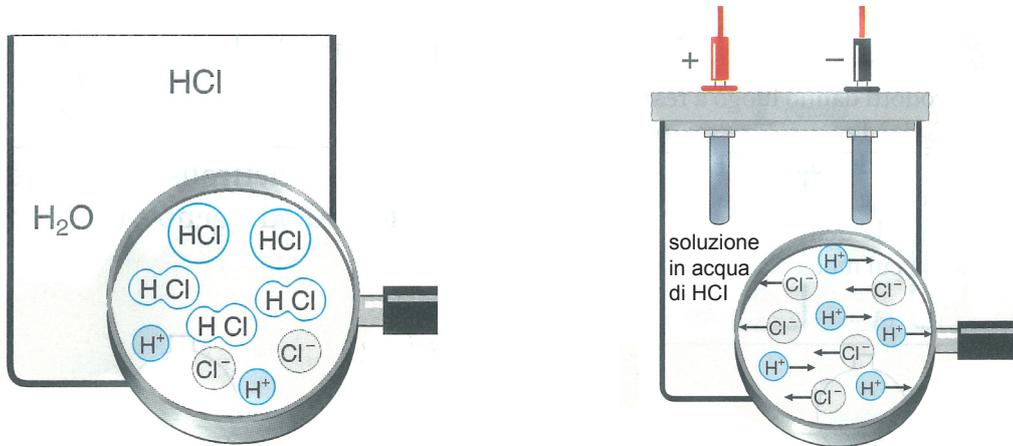


Fig. 57

Ecco perché la conduzione negli elettroliti è definita **conduzione ionica**.

23° L'ELETTROLISI

Il fenomeno della conduzione elettrica nelle soluzioni elettrolitiche è sempre accompagnato da reazioni chimiche e, per questo motivo, è definito **elettrolisi**.

Se gli elementi che si liberano nell'elettrolisi sono solidi, si depositano sugli elettrodi.

Questo fenomeno viene sfruttato per ricoprire un metallo poco pregiato con un sottile strato di metallo pregiato. Puoi realizzarlo con la seguente esperienza.

ESPERIENZA N. 24

Materiale occorrente: 1 amperometro; 1 bicchiere da 250 ml; 1 disco con elettrodi; soluzione di solfato di rame; 3 cavetti da 60 cm; 1 generatore elettrico (non fornito).

Facendo uso di benzina o altro solvente, sgrassa l'elettrodo di ottone. Poi, dopo aver introdotto nel bicchiere 100 ml di soluzione di solfato di rame, completa il circuito di figura 58.

La d.d.p. applicata agli elettrodi è di 2V, l'elettrodo di rame è collegato al polo positivo e quello di ottone al polo negativo.

Tieni chiuso l'interruttore per circa 30 minuti. All'apertura dell'interruttore potrai notare che la parte immersa dell'elettrodo di ottone è rivestita da un sottile strato di rame.

Se potessi disporre di una bilancia al decimo di grammo, potresti verificare che la massa dello strato di rame depositato sull'elettrodo di ottone è eguale alla perdita di massa dell'elettrodo di rame. Se m è la massa di rame che si è deposita sull'elettrodo di ottone e Q è la carica elettrica transitata, che cosa rappresenta il rapporto

$$k_e = \frac{m}{Q} \quad ?$$

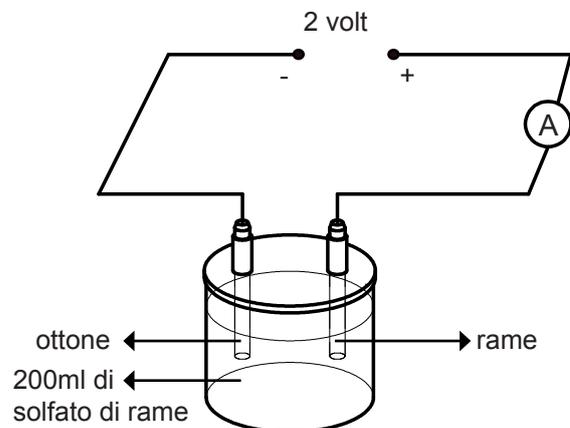


Fig. 58

Ultimata l'esperienza, con l'aiuto di un pezzetto di carta vetrata, togli il rame depositato sull'ottone, in modo da poter utilizzare ancora quest'ultimo.



OPTIKA S.r.l - Copyright

Riproduzione vietata anche parziale