

Università - Programma di Fisica – 2022/2023

ELETTRICITÀ:

La storia dell'elettricità e del magnetismo, come tutte le storie relative al progresso della conoscenza umana, non è mai il contributo di pochi ed è difficile compendiare gli sforzi di molti che ci hanno consegnato i loro risultati. I fenomeni legati all'elettricità e al magnetismo erano già noti anche ai popoli della Grecia, che già conoscevano la resina fossile ad esempio. Tuttavia la nascita dell'elettricità moderna può essere attribuita ai lavori del francese Charles Augustin Coulomb verso la fine del 1700 e gli inizi del 1800.

CARICHE ELETTRICHE:

Tutti i corpi sono costituiti da atomi, gli atomi sono costituiti da un nucleo, dove risiedono protoni ed elettroni (questi ultimi localizzati intorno al nucleo). Elettroni e protoni possiedono una carica elettrica di valore pari ma di segno opposto. Per convenzione si è assegnato un valore negativo all'elettrone e di conseguenza positivo al protone. La carica dell'elettrone e del protone è detta carica fondamentale o elementare ed è pari a:

$$q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Dove C sta per Coulomb, ed è l'unità di misura della carica elettrica.

Un corpo si dice carico quando c'è un eccesso di cariche positive o negative.

Cariche di segno uguale si respingono

Cariche di segno opposto si attragono

Principio di conservazione della carica:

Questo principio (enunciato da Franklin nel 1750) afferma che la quantità totale di carica elettrica che si produce in un qualsiasi processo è nulla. Se la carica di un certo sistema subisce una variazione, deve esistere un altro sistema la cui carica subisce una variazione opposta, in modo tale che la variazione totale sia nulla.

LEGGE DI COULOMB:

Nel 1785 Coulomb determinò la legge che esprime la forza elettrica tra due cariche in funzione della distanza e della grandezza delle cariche. Tale legge stabilisce che due corpi carichi puntiformi, posti nel vuoto ad una distanza r , esercitano l'uno sull'altro una forza di intensità pari a: $F = k \cdot (Q_1 \cdot Q_2 / r^2)$

Dove Q_1 e Q_2 sono le cariche possedute dai corpi e dove k è una costante, detta costante di Coulomb, che nel Sistema Internazionale vale circa: $8.987 \times 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

Di solito si scrive la forza F riferendosi sempre alla costante dielettrica nel vuoto: $\epsilon = \epsilon_0\epsilon_r$ dove ϵ_r è detta la costante dielettrica relativa. Nel vuoto è uguale a 1.

ϵ_0 è la costante dielettrica del vuoto, il suo valore è di circa: $8,9 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$

Elettrizzazione dei corpi:

I corpi si dividono in conduttori e isolanti. Un conduttore è una sostanza in cui una carica può scorrere facilmente. I metalli, oro e argento in particolare, sono dei buoni conduttori perché i loro atomi hanno elettroni liberi di muoversi, che trasferiscono facilmente l'energia. Un isolante è una sostanza in cui una carica elettrica non scorre facilmente. La plastica e la gomma sono buoni isolanti perché gli elettroni nei loro atomi hanno poca libertà, perciò non si trasferiscono con facilità da un atomo all'altro. L'elettrizzazione di un corpo può avvenire

per strofinio: Lo strofinamento di un oggetto ne provoca il caricamento, anzi entrambi gli oggetti strofinati vengono caricati di cariche uguali ma opposte in segno. Precisamente lo strofinamento provoca il movimento di cariche negative da un corpo a un altro.

per contatto: Se si mette a contatto un corpo carico con un corpo neutro, quest'ultimo assumerà la stessa carica del corpo con cui è venuto a contatto. Se un corpo neutro viene a contatto con un corpo carico negativamente, gli elettroni si muoveranno verso il corpo neutro caricandolo negativamente. Se un corpo neutro entra in contatto con un corpo carico positivamente, gli elettroni si trasferiranno dal corpo neutro al corpo carico, con il risultato che anche il corpo neutro si caricherà positivamente. (sono sempre gli elettroni a muoversi)

per induzione: si verifica quando un corpo elettrizzato positivamente o negativamente viene avvicinato ad un corpo neutro: il semplice avvicinamento del corpo carico induce nel corpo neutro una separazione di cariche che dura solamente finché agisce la causa che l'ha prodotta. Anche negli isolanti si ha il fenomeno dell'induzione ma la separazione di carica è solo localizzata. Non si può caricare un isolante per induzione. Gli elettroni non si muovono come nei conduttori. Si ha invece la formazione di dipoli elettrici temporanei.

CAMPO ELETTRICO:

Ciascuna carica elettrica agisce su una seconda carica elettrica non direttamente, ma a mezzo del campo elettrico che essa genera, inteso come modificazione dello spazio circostante indipendentemente dalla presenza di una seconda carica.

Posta in un punto P un'altra carica di prova q molto piccola attorno alla carica Q , questa carica di prova sentirà delle forze dovute alla presenza di Q . (Il campo elettrico non dipende dalla carica esploratrice q , ma solo dalla carica generatrice Q , dalla distanza r dal punto della carica Q e dal mezzo tramite il fattore k)

Formula campo elettrico generato dalla carica Q : $E = F/q = k Q/r^2$

Nel S.I. l'unità di misura è il newton/coulomb oppure volt/metro

Per visualizzare il campo si usa introdurre le linee di forza del campo. Una linea di forza di un campo elettrico è una linea che ha per tangente in ogni suo punto un vettore che coincide con il campo nel punto considerato. Le linee di forza si addensano dove E è maggiore, non si incrociano mai: escono da cariche positive ed entrano in quelle negative, perché ci si riferisce sempre a una carica di prova positiva.

Principio di sovrapposizione:

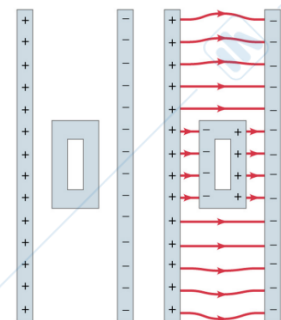
Abbiamo visto che il campo elettrico in un punto è una grandezza vettoriale e quindi possiede tutte le caratteristiche di un vettore. Conosciamo inoltre la formula che ci permette di calcolare il campo elettrico generato da una carica puntiforme, ma come si può calcolare il campo se siamo in presenza di più cariche? La risposta è data dal principio di sovrapposizione dei campi elettrici: il campo elettrico generato da un sistema di cariche in un punto è dato dalla somma vettoriale dei campi elettrici generati dalle singole cariche, dove ciascun campo elettrico va calcolato indipendentemente dagli altri.

Campo e conduttori:

Quando sono presenti delle cariche elettriche in un conduttore, queste tendono a disporsi il più lontano possibile tra di loro poiché risentono della forza di repulsione elettrostatica. I conduttori elettrici consentono il passaggio libero delle cariche elettriche, per cui le cariche si dispongono sulle superfici in maniera da annullare il campo elettrico interno. Il campo elettrico nei conduttori in equilibrio si dice che è nullo.

Gabbia di faraday:

Se perciò mettiamo una scatola metallica piena in un campo elettrico, le cariche si distribuiscono alla superficie in maniera da annullare il campo elettrico interno. Questo è il principio per la schermatura degli apparecchi elettrici, le azioni esterne a una cavità non agiscono all'interno della cavità, benché le forze siano molto grandi (fulmini e parafulmini). La Gabbia di Faraday protegge l'interno della scatola da qualsiasi perturbazione elettrica esterna. In questo modo la macchina ci protegge dai temporali.



Flusso del campo elettrico:

Dato un campo elettrico, una superficie immersa nel campo può essere rappresentata con un vettore perpendicolare uscente da essa. Il flusso del campo elettrico attraverso una superficie qualsiasi esprime, una misura delle linee di campo elettrico che attraversano la superficie considerata. Si definisce Flusso di campo elettrico il prodotto scalare tra il vettore campo elettrico e il vettore superficie e dipende fortemente dal loro orientamento.

Formula flusso campo elettrico: $\phi = \mathbf{E} \cdot \mathbf{S} = E \cdot S \cdot \cos \alpha$

Questa formula può essere però applicata solamente in due condizioni specifiche: il campo deve essere uniforme e la superficie piana.

IL TEOREMA DI GAUSS:

La legge di Gauss è la legge fondamentale per lo studio dei campi elettrici. Essa fornisce un metodo per calcolare il flusso del campo elettrico in una superficie chiusa. Il teorema di Gauss ci permette di calcolare il campo elettrico di una sfera uniformemente carica, sulla superficie di un conduttore carico o ancora il campo elettrico di un condensatore. Il flusso del vettore campo elettrico attraverso una superficie chiusa qualsiasi è uguale alla somma delle cariche all'interno della superficie diviso la costante dielettrica:

$$\int d\phi_E = \int \vec{E} \cdot \vec{n} dS = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

Dimostrazione:

Per dimostrare questo teorema dobbiamo ricordarci la definizione di angolo solido: l'angolo solido $\Delta\Omega$ è definito come quella parte di volume delimitata dai raggi uscenti da un punto (un cono) e dalla superficie della sfera intersecata dai raggi, ovvero: $\Delta\Omega = \Delta S / R^2$

Consideriamo un caso molto semplice: prendiamo una superficie complessa ma al suo interno mettiamo solo una singola carica Q . Sappiamo che per calcolare il campo elettrico su qualsiasi punto della superficie basta utilizzare la formula di Coulomb una volta che determiniamo la distanza r tra la carica e la superficie S . Poiché la superficie non è una sfera (dove tutti i punti della superficie S sono equidistanti dal centro), la direzione del campo elettrico non è sempre la stessa e non ha lo stesso modulo. Ma si può ovviare a questo considerando una superficie piccola e poi integrare.

Calcoliamo il flusso per una superficie ΔS piccola qualsiasi: $\Delta\phi = \vec{E} \cdot \vec{n} \Delta S = E \Delta S \cos \alpha = E \Delta S'$

La superficie $\Delta S'$ è tale che E è perpendicolare ed equidistante da Q , possiamo applicare la definizione di angolo solido e utilizzare Coulomb:

$$\Delta\phi = E \Delta S' = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \Delta\Omega R^2 = \frac{Q \Delta\Omega}{4\pi\epsilon_0}$$

Il flusso totale sarà la somma di tutti i flussi, cioè la somma di tutti gli angoli solidi $\Delta\Omega$, la cui somma totale è 4π . Questo perché l'angolo solido non dipende dal raggio della sfera che usiamo per calcolarlo. Spostandoci lungo la superficie avremo distanze diverse dalla carica Q ma l'angolo solido per sua definizione è indipendente

$$\phi_E = \sum \Delta\phi = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \sum \Delta\Omega = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} 4\pi = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

Se il campo elettrico è nullo anche il flusso è nullo, cioè non ci sono cariche interne alla superficie. Se invece non ci sono cariche il flusso è nullo ma non vuol dire che il campo elettrico è nullo. Il teorema di Gauss inoltre afferma che il flusso del vettore campo elettrico non dipende dalla superficie ma solo da ciò che c'è dentro, cioè la carica.

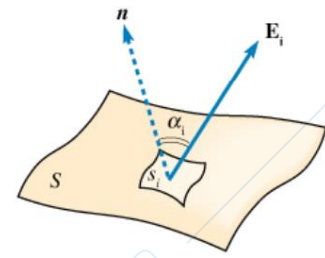


Figura 12.6

Il flusso del campo elettrico attraverso la superficie S si calcola sommando i flussi elementari attraverso le superfici s_i in cui è stata scomposta la superficie S.

Energia potenziale elettrica:

Se una carica elettrica si sposta all'interno di un campo elettrico, le forze del campo compiono un lavoro: $L = \mathbf{qE} \cdot \mathbf{d}$

Nel caso in cui il campo elettrico sia generato da una carica puntiforme, il lavoro è dato da:

$$L_{AB} = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

L'energia elettrica di un campo si dice che è conservativa: se una carica si sposta lungo un percorso chiuso, il lavoro totale fatto dalle forze del campo (cioè dalla forza elettrica) è nullo. Questo vuol dire che il lavoro svolto da tali campi per spostare una carica elettrica tra due punti dello spazio non dipende dal percorso seguito ma soltanto dalla posizione finale e da quella iniziale. La conservatività di una forza permette di introdurre una grandezza scalare detta energia potenziale elettrica. Un campo conservativo ammette sempre un'energia potenziale.

Si definisce energia potenziale elettrica di un sistema di due cariche poste a distanza d tra di loro, il lavoro eseguito dalla forza elettrica quando le due cariche sono portate ad una distanza infinita tra di loro.

$$\Delta U = U_B - U_A = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right)$$

$$\Delta U = U_B - U_A = -L_{AB}$$

Questa formula perciò ci permette di calcolare la differenza di energia potenziale elettrica in un sistema di due cariche puntiformi di cui una ferma Q , e una soggetta a spostamento q tra due punti A e B. Esiste anche un modo per stabilire qual è invece l'energia potenziale elettrica per una precisa configurazione di cariche, dunque senza dover ragionare in termini di variazione. La formula dell'energia potenziale elettrica di un sistema di due cariche puntiformi ferme è data da:

$$U_r = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r}$$

L'energia potenziale elettrica è inversamente proporzionale alla distanza reciproca tra le due cariche, cioè all'aumentare della distanza l'energia diminuisce

POTENZIALE ELETTRICO:

Una delle grandezze fondamentali nella fisica dei fenomeni elettrici è il potenziale elettrico, da non confondere con l'energia potenziale elettrica.

Data una carica Q (di qualsiasi tipo e ferma) che genera un campo, e una carica di prova q : se spostiamo la carica q da un punto A ad un punto B è evidente che la forza elettrica esercitata da Q compie del lavoro su di essa. Allo stesso modo sappiamo che tra le configurazioni iniziale e finale delle due cariche sussiste una differenza di energia potenziale elettrica data da $\Delta U = U_B - U_A = -L_{AB}$

La variazione U dipende da entrambe le cariche, compresa quella di prova. Per considerare una grandezza dipendente solo dalla carica generatrice è necessario introdurre una nuova grandezza, ovvero il potenziale elettrico. Possiamo allora definire la variazione di una nuova grandezza considerando il rapporto tra la variazione di energia potenziale elettrica e il valore della carica di prova. La formula della differenza di potenziale tra i punti A e B è data da:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \quad V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q}$$

L'unità di misura della differenza di potenziale è il volt (V). $1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$

A differenza di ΔU la variazione di ΔV non dipende dalla carica di prova q ma solamente dalla carica Q che genera il campo elettrico, qualunque essa sia, purché sia ferma.

La differenza di energia potenziale elettrica è uguale all'opposto del lavoro della forza elettrica necessario per muovere la carica q da A e B .

Possiamo quindi definire la differenza di potenziale non in funzione della differenza di energia potenziale elettrica, bensì in termini di lavoro:

$$\Delta V = V_B - V_A = -\frac{L_{AB}}{q}$$

Differenza tra Energia potenziale elettrica e potenziale elettrico:

La differenza fra U e V è analoga a quella che c'è fra la forza F agente su una particella di carica q , posta in un punto P dello spazio, e il campo elettrico E presente in P .

La forza e l'energia sono proprietà delle particelle o meglio ancora dei sistemi di particelle; il campo e il potenziale sono proprietà dello spazio. Perciò, mentre non ha senso parlare della forza o dell'energia se nella regione di spazio presa in considerazione non c'è alcuna particella (la forza *su che cosa?* l'energia *di che cosa?*), si può sempre parlare del valore del campo elettrico e del potenziale elettrico in quella regione di spazio.

Dipendono dalla carica di prova: la forza elettrica (grandezza vettoriale) e l'energia potenziale elettrica (grandezza scalare);

Non dipendono dalla carica di prova: il campo elettrico (grandezza vettoriale) e il potenziale elettrico (grandezza scalare).

Teorema di Coulomb:

Il teorema di Coulomb afferma la diretta proporzionalità tra il campo elettrico e la densità superficiale di carica. Partendo dalla definizione tra flusso di un campo elettrico costante, ovvero $\phi = \mathbf{E} \cdot \Delta \mathbf{S}$, che per il teorema di Gauss possiamo anche scrivere come $\phi = \Delta Q / \epsilon_0$. Ponendo a confronto queste due equazioni si ottiene:

Formula teorema di Coulomb: $\mathbf{E} = \sigma / \epsilon_0$

Pertanto l'intensità del campo elettrico E in prossimità della superficie di un conduttore è proporzionale alla densità superficiale carica σ . Nel caso in cui il conduttore fosse sferico, σ risulterà costante su tutti i punti della superficie e tale risulta anche il modulo di E .

Capacità elettrica:

Nella pratica si preferisce utilizzare la nozione di potenziale di un conduttore anziché quella di campo elettrico generato da un conduttore. Anche perché il potenziale di un conduttore è costante all'equilibrio. Per poter avere un conduttore con un dato potenziale bisogna fornirgli una carica. In fisica si chiama capacità di un conduttore il rapporto tra la carica che gli forniamo e il potenziale a cui arriva:

Formula capacità elettrica: $C = Q / V$

Il termine capacità si usa appunto per qualificare i conduttori, un conduttore può immagazzinare una carica Q tanto più grande quanto è maggiore la sua capacità

$$C = \frac{Q}{V}$$

Nel caso particolare di un conduttore di raggio R , la capacità è data da: $C = 4\pi \epsilon_0 \epsilon_r R$

La capacità di un conduttore sferico è direttamente proporzionale al raggio del conduttore, ma più in generale la capacità dipende in ogni caso dalla sua forma geometrica.

L'unità di misura della capacità elettrica è il Farad.

1 Farad = 1C/1V

Movimento delle cariche:

Sarà capitato a tutti di sentire una piccola scossa quando ci si stringe la mano. Questo avviene a causa di un passaggio di cariche. I campi elettrici fanno muovere le cariche sinché non si stabilisce una situazione di equilibrio. Dopo aver sentito la scossa non accade più nulla dal punto di vista elettrico. Il movimento di cariche è dovuto a una differenza di potenziale tra due punti: le cariche positive si muovono da potenziali più alti a potenziali più bassi, mentre le cariche negative da potenziali più bassi a potenziali più alti. Quando noi avvertiamo la scossa durante una stretta di mano significa che le due persone si trovano ad un potenziale diverso e venendo in contatto si è ristabilito un nuovo equilibrio con un passaggio temporaneo di cariche.

Come si fa ad ottenere un passaggio continuo di cariche?

Occorre mantenere i sistemi fuori dall'equilibrio permanentemente, ovvero a potenziale diverso senza che il passaggio di cariche ristabilisca l'equilibrio.

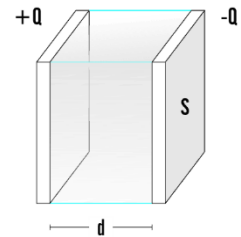
CONDENSATORI:

Un condensatore è formato da due conduttori, chiamate “armature” o “piastre”, poste molto vicine tra loro e cariche una positivamente e una negativamente. A seconda della forma delle armature (piane, sferiche e cilindriche) si hanno quindi condensatori piani, sferici o cilindrici. Il campo elettrico al loro interno è dato dalla somma dei vettori dei campi elettrici generati, mentre esternamente è nullo. L’obiettivo del condensatore è far sì che le cariche circolino costantemente senza picchi, quindi un condensatore regola il flusso degli elettroni, ma può anche accumulare le cariche e regolare la frequenza delle onde elettromagnetiche.

Il caso più semplice è un condensatore piano, costituito da due lamine metalliche parallele a piccola distanza l’una dall’altra.

La capacità di un condensatore non dipende dalla carica sulle armature, ma dalla geometria del condensatore e dal dielettrico tra le due armature:

Formula capacità condensatore: $C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot S/d$



In due condensatori collegati in parallelo la differenza di potenziale è costante mentre varia la quantità di carica. La capacità equivalente di una serie di condensatori collegati in parallelo è uguale alla somma delle capacità dei singoli condensatori.

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

In due condensatori collegati in serie la quantità di carica è uguale mentre varia la differenza di potenziale. La capacità equivalente di una serie di condensatori collegati in serie è uguale alla somma dei reciproci delle capacità dei singoli condensatori.

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Se un condensatore, inizialmente scarico, viene collegato a un generatore le sue armature vengono caricate elettricamente accumulando una certa quantità di carica e di conseguenza si genera una ddp tra di esse. Possiamo esprimere il lavoro di carica come:

$$L = \frac{1}{2} * Q * \Delta V \quad \left| \quad L = \frac{1}{2} * \frac{Q^2}{C} \quad \left| \quad L = \frac{1}{2} C * \Delta V^2$$

CORRENTE ELETTRICA:

Per ottenere un movimento di cariche è necessaria una differenza di potenziale: le cariche si muovono in modo da stabilire una condizione di equilibrio. Per ottenere un movimento continuo di cariche occorre mantenere i sistemi fuori dall'equilibrio permanente, ovvero a potenziale diverso senza che il passaggio di cariche ristabilisca l'equilibrio. Se costruiamo perciò un elemento che mantiene una differenza di potenziale tra due punti (pila) e uniamo questi punti con un materiale conduttore (ricco di elettroni liberi), questi si muovono da un punto a un altro sinché permane la differenza di potenziale. La carica che passa in un conduttore nell'unità di tempo viene definita intensità di corrente.

- ❖ L'intensità di corrente elettrica è definita come la carica che passa attraverso un conduttore nell'unità di tempo.

Formula intensità di corrente: $i = \Delta Q / \Delta t$

Unità di misura: Ampere = coulomb/secondo

Se la corrente è costante nel tempo si parla di corrente continua o circuito in corrente continua (presente nei piccoli apparecchi elettronici, computer e telefoni), altrimenti se varia con continuità nel tempo si parla di corrente alternata (nelle nostre case).

Circuiti elettrici:

Un modo per far sì che la corrente elettrica possa circolare consiste nel costruire un circuito. Un circuito elettrico è un percorso chiuso che permette alle cariche di partire da un estremo, percorrere tutto il circuito fino all'altro estremo, e infine ritornare al punto di partenza in modo da ripetere il percorso.

Componenti di un circuito elettrico:

Generatore di tensione: Il circuito elettrico più semplice è costituito da un filo conduttore i cui estremi sono collegati ad un generatore di tensione (indispensabile per il circuito). Il filo conduttore è collegato ad un estremo positivo e ad un estremo negativo del generatore di tensione. Il verso della corrente elettrica per convenzione è dato dal moto delle cariche positive (perciò dal polo positivo al polo negativo).



Resistenze: tutti gli oggetti che possiamo collegare ad un circuito in modo che vengano attraversati da corrente, sono chiamati utilizzatori. Ogni utilizzatore è un conduttore che oppone una resistenza (R) al passaggio di corrente elettrica, e questa è una delle caratteristiche più importanti nello studio di un circuito.



Condensatori: Altre componenti che si possono collegare ad un circuito elettrico sono i condensatori, che accumulano energia e caratterizzati da una propria capacità C.

Flusso di corrente:

Si può anche parlare di flusso di corrente attraverso una superficie S : $\mathbf{J} = \mathbf{i} / S$

Sperimentalmente si è verificato che il flusso di corrente dipende dal campo elettrico applicato secondo la seguente legge proporzionale: $\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$

Dove σ rappresenta la conducibilità del materiale e dipende dalla sua natura e dalla temperatura. Da questa relazione si possono ricavare le leggi di Ohm.

PRIMA LEGGE DI OHM:

La prima legge di Ohm afferma che (a temperatura costante) la differenza di potenziale applicata alle due estremità di un conduttore ΔV è direttamente proporzionale all'intensità i della corrente che percorre il conduttore e al coefficiente di proporzionalità R , chiamato resistenza elettrica del conduttore.

Formula prima legge di Ohm: $R = \Delta V / i$

Tutti i circuiti che soddisfano questa legge sono detti circuiti ohmici.

L'unità di misura della resistenza è l'ohm Ω . $1\Omega = 1V / 1A$

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

SECONDA LEGGE DI OHM:

La seconda legge di Ohm afferma che la resistenza è direttamente proporzionale alla lunghezza del filo conduttore e inversamente proporzionale alla sua sezione S , tenendo conto della costante di resistività del materiale ρ :

Formula seconda legge di Ohm: $R = \rho \cdot l / S$

L'inverso di ρ è la conducibilità elettrica σ . $\sigma = 1 / \rho$

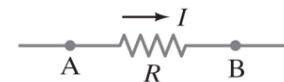
La resistività dipende dalla temperatura

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

Resistenze in serie e in parallelo:

Quando due o più resistori sono disposti in un circuito consecutivamente uno all'altro in modo da essere attraversati dalla stessa intensità di corrente, diciamo che essi o le loro resistenze sono collegati in serie. La resistenza equivalente di due o più resistenze collegate in serie è uguale alla somma delle singole resistenze. Corrente i uguale, ddp=somma delle cadute di potenziale

Resistenze in serie: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$



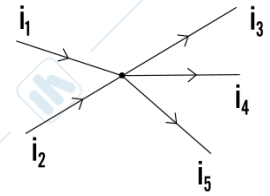
Due o più resistori sono collegati in parallelo se la ddp ai loro estremi assume lo stesso valore per entrambi. La resistenza equivalente di due o più resistenze collegate in parallelo è uguale alla somma dei reciproci delle singole resistenze.

Resistenze in parallelo: $R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$

Le leggi di Kirchhoff:

Nell'analisi sui circuiti elettrici risulta utile l'utilizzo dei due principi di Kirchhoff, che permettono di impostare delle relazioni tra le maglie e tra i nodi di un circuito.

La prima legge di Kirchhoff, detta anche legge dei nodi, stabilisce che la somma delle correnti entranti in un nodo equivale alla somma delle correnti uscenti da esso. Un nodo è un punto in cui il filo si dirama in più fili, o in cui più fili si raccordano in un solo filo.



Legge dei nodi (esempio in figura): $i_1 + i_2 = i_3 + i_4 + i_5$

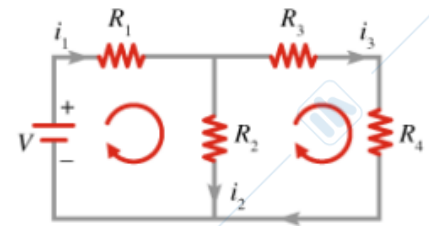
Questo teorema non è altro che una conseguenza della conservazione della carica elettrica, cioè del fatto che gli elettroni di conduzione che costituiscono la corrente, non possono essere né creati e né distrutti.

La seconda legge di Kirchhoff, detta anche legge delle maglie, afferma che la somma algebrica delle differenze di potenziale in ciascuna maglia è uguale alla ddp del generatore (se è presente), oppure è nulla se non è presente il generatore. Una maglia è una linea chiusa del circuito. Nell'esempio in figura si possono individuare tre maglie:

Quella che parte dal generatore e che passa per R_1 e R_2

Quella data dal tratto di circuito tra R_2 e R_3 e R_4

Quella data dal perimetro esterno del circuito



Legge delle maglie (esempio in figura):

$$i_1 R_1 + i_2 R_2 = V$$

$$i_3 R_3 + i_4 R_4 - i_2 R_2$$

Effetto termico corrente:

Poiché le cariche all'interno dei conduttori e sotto l'effetto di una differenza di potenziale non accelerano, perdono la loro energia potenziale sotto forma di calore. Il lavoro perso da una carica q vale:

$$L = q\Delta V = i\Delta V\Delta t$$

Questo fenomeno viene definito come effetto Joule, consiste cioè nella dissipazione di una parte di energia elettrica che viene convertita in altre forme di energia quando un conduttore viene attraversato da corrente. Per calcolare il calore dissipato da un conduttore attraversato da corrente i in un intervallo di tempo t , a cui capi è presente una differenza di potenziale V e tale da opporre una resistenza R , si possono utilizzare le seguenti formule: (unità di misura della potenza è il Watt):

Se invece vogliamo sapere quanto calore è stato dissipato in un certo intervallo di

$$Q(j) = W\Delta t = \frac{\Delta V^2}{R} \Delta t = i^2 R \Delta t = i \Delta V \Delta t$$

$$Q(cal) = \frac{W\Delta t}{4.18}$$

$$W = \frac{L}{\Delta t} = i\Delta V$$

$$W = \frac{\Delta V^2}{R} = i^2 R$$

