

FENOMENI ELETTROSTATICI

Carica Elettrica: Natura e Manifestazioni

- **Origine e tipi di carica:** La carica elettrica è una proprietà fondamentale della materia che determina le interazioni elettromagnetiche. Esistono due tipi di carica:
 - **Carica positiva:** Associata ai protoni nel nucleo atomico.
 - **Carica negativa:** Associata agli elettroni che orbitano attorno al nucleo .
 - Un oggetto neutro ha un numero uguale di protoni ed elettroni .
- **Elettrizzazione:** Gli oggetti possono acquisire una carica netta attraverso diversi processi:
 - **Strofinio:** Quando due materiali vengono strofinati insieme, gli elettroni possono trasferirsi da un materiale all'altro. Ad esempio, strofinando una bacchetta di vetro con un panno di lana, il vetro cede elettroni alla lana, diventando carico positivamente, mentre la lana si carica negativamente . Allo stesso modo, strofinando una bacchetta di plastica con un panno di lana, la plastica acquista elettroni dalla lana, caricandosi negativamente, mentre la lana si carica positivamente .
 - **Induzione:** Un oggetto carico può influenzare la distribuzione delle cariche in un oggetto neutro vicino, senza contatto diretto.
- **Interazione tra cariche:** La forza tra le cariche è regolata da una legge fondamentale:
 - **Cariche dello stesso segno si respingono .**
 - **Cariche di segno opposto si attraggono .**
- **Quantizzazione della carica:** La carica elettrica è quantizzata, il che significa che esiste in quantità discrete. L'unità fondamentale di carica è la carica elementare, **e**, che è la carica di un singolo protone o elettrone ($e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$) . Qualsiasi carica osservabile è un multiplo intero di questa carica elementare.
- **Conservazione della carica:** La carica elettrica totale in un sistema isolato rimane costante. La carica non può essere creata o distrutta, ma solo trasferita da un oggetto all'altro.
- **Unità di misura:** L'unità di misura della carica elettrica nel Sistema Internazionale è il **Coulomb (C)** . Un Coulomb è definito in termini di corrente elettrica: 1 C è la quantità di carica trasportata da una corrente di 1 Ampere in 1 secondo.
- **Struttura atomica:** La comprensione della struttura atomica è essenziale per capire la carica elettrica :
 - **Protoni:** Particelle cariche positivamente che si trovano nel nucleo .
 - **Neutroni:** Particelle neutre (senza carica) che si trovano nel nucleo .
 - **Elettroni:** Particelle cariche negativamente che orbitano attorno al nucleo .

- Il numero di protoni determina l'elemento chimico.
- **Isolanti e conduttori:**
 - **Conduttori:** Materiali in cui le cariche (elettroni) possono muoversi liberamente (es. metalli).
 - **Isolanti:** Materiali in cui le cariche non possono muoversi liberamente (es. vetro, plastica) .

La legge di Coulomb

- **Forza Elettrica:** La legge di Coulomb quantifica la forza elettrica che si esercita tra due cariche elettriche . Questa forza può essere attrattiva o repulsiva, a seconda del segno delle cariche .
- **Proporzionalità:** La forza elettrica è direttamente proporzionale al prodotto delle cariche (Q_1 e Q_2) . Ciò significa che aumentando la quantità di carica su uno qualsiasi dei corpi, la forza aumenta in proporzione .
- **Dipendenza dalla distanza:** La forza è inversamente proporzionale al quadrato della distanza (d^2) tra le cariche . Questo implica che, man mano che la distanza tra le cariche aumenta, la forza diminuisce rapidamente .
- **Costante di Coulomb:** La costante di Coulomb (k_0) è una costante di proporzionalità che esprime l'intensità della forza elettrica nel vuoto . Il suo valore è circa $8.99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.
- **Formula matematica:** La legge di Coulomb è espressa dalla formula $F = k \cdot (|Q_1 \cdot Q_2|) / r^2$.
- **Costante dielettrica relativa:** La forza di Coulomb tra due cariche dipende dal mezzo in cui sono immerse, quantificato dalla costante dielettrica relativa . La forza elettrica nel mezzo è inferiore rispetto al vuoto . La formula che tiene conto della costante dielettrica relativa (ϵ_r) è: $F = F_0 / \epsilon_r$, dove F_0 è la forza nel vuoto .
- **Analogia e differenze con la forza Gravitazionale :**
 - **Analogie:**
 - Entrambe le forze diminuiscono con il quadrato della distanza . La forza di Coulomb è proporzionale all'inverso del quadrato della distanza tra le cariche, e la forza gravitazionale è proporzionale all'inverso del quadrato della distanza tra le masse .
 - Entrambe le forze sono proporzionali al prodotto di due proprietà dei corpi interagenti . La forza di Coulomb è proporzionale al prodotto delle cariche, mentre la forza gravitazionale è proporzionale al prodotto delle masse .
 - Entrambe le forze sono forze conservative.
 - **Differenze:**
 - La forza di Coulomb può essere sia attrattiva che repulsiva, a seconda del segno delle cariche . Cariche dello stesso segno si respingono, mentre cariche di segno opposto si attraggono . La forza gravitazionale è sempre

attrattiva .

- La forza di Coulomb è molto più intensa della forza gravitazionale .
- La forza di Coulomb dipende dal mezzo in cui si trovano le cariche, attraverso la costante dielettrica . La forza gravitazionale non dipende dal mezzo interposto tra le masse .
- La forza di Coulomb agisce tra cariche elettriche ma alcuni corpi possono essere neutri, mentre la forza gravitazionale agisce tra masse quindi su tutti i corpi.

Esempi e applicazioni

La legge di Coulomb è fondamentale per comprendere l'interazione tra atomi e molecole .

È utilizzata nello studio dei materiali dielettrici e delle loro proprietà .

Trova applicazione nella progettazione di dispositivi elettronici e circuiti .

Concetti correlati

Campo elettrico: Il campo elettrico è la regione dello spazio in cui una carica di prova subisce una forza elettrica . La legge di Coulomb è alla base della definizione e del calcolo del campo elettrico .

Potenziale elettrico: Il potenziale elettrico è l'energia potenziale per unità di carica in un punto dello spazio . È strettamente legato al concetto di campo elettrico e alla legge di Coulomb .

Campo Elettrico

- **definizione operativa:** Il **campo elettrico** è definito come la **forza per unità di carica** che agirebbe su una carica di prova positiva posta in un determinato punto dello spazio. In altre parole, è una regione dello spazio modificata dalla presenza di una o più cariche elettriche, tale che un'altra carica posta in quella regione risentirà di una forza.
- **Carica sorgente e carica di prova:** È utile distinguere tra la carica che genera il campo (**carica sorgente**, Q) e la carica utilizzata per rivelare e misurare il campo (**carica di prova**, q). Il campo elettrico esiste indipendentemente dalla presenza della carica di prova.
- **Intensità del campo elettrico (E):** L'intensità del campo elettrico è una grandezza vettoriale che indica la forza che agirebbe su una carica di prova unitaria positiva.
- **Modulo:** Il modulo del campo elettrico in un punto è dato dal rapporto tra la forza F che agisce su una carica di prova q posta in quel punto e la **величину** della carica stessa:
$$E = F/q.$$
- **Direzione e verso:** La direzione del campo elettrico è la stessa della forza che agisce sulla carica di prova positiva. Pertanto, il campo elettrico è uscente dalle cariche positive (in quanto respingerebbero una carica di prova positiva) e entrante nelle cariche negative (in

quanto attrarrebbero una carica di prova positiva).

- **Unità di misura:** L'unità di misura del campo elettrico nel Sistema Internazionale è il Newton su Coulomb (N/C) .
- **Campo elettrico generato da una carica puntiforme:** Il modulo del campo elettrico generato da una carica puntiforme Q a una distanza r è dato dalla legge di Coulomb:
 $E = k * |Q| / r^2$, dove k è la costante di Coulomb. La direzione del campo è radiale: uscente dalla carica se Q è positiva, entrante se Q è negativa.
- **Linee di campo elettrico:**
 - Le **linee di campo** sono una rappresentazione grafica del campo elettrico .
 - Sono linee immaginarie che indicano la direzione del campo in ogni punto dello spazio .
 - Le linee di campo escono dalle cariche positive ed entrano nelle cariche negative .
 - La densità delle linee (cioè il numero di linee per unità di area) è proporzionale all'intensità del campo.
 - Le linee di campo non possono intersecarsi.
 - Il vettore Campo Elettrico è tangente in ogni punto dello spazio alle linee di campo, ha lo stesso verso delle linee ed è più intenso (il Campo Elettrico) dove le linee sono più concentrate e meno intenso dove le linee lo sono meno.
- **Sovrapposizione dei campi elettrici:** Se in un punto dello spazio sono presenti più cariche sorgenti, il campo elettrico totale in quel punto è dato dalla somma vettoriale dei campi generati da ciascuna carica sorgente. Questo principio è noto come **principio di sovrapposizione** .
- **Effetto del mezzo:** La presenza di un mezzo dielettrico tra le cariche sorgenti riduce l'intensità del campo elettrico rispetto al valore che si avrebbe nel vuoto. Questo è dovuto alla polarizzazione del dielettrico, che crea un campo elettrico opposto a quello generato dalle cariche sorgenti.
- **Relazione con la forza di Coulomb:** Il concetto di campo elettrico è strettamente legato alla legge di Coulomb. La legge di Coulomb descrive la forza tra due cariche puntiformi, mentre il campo elettrico descrive l'influenza di una carica sorgente sullo spazio circostante. La forza che una carica di prova q risente in un campo elettrico E è data da $F = qE$.
- **Differenza tra campo scalare e vettoriale:** Il **campo elettrico è una grandezza vettoriale**, mentre la temperatura è una grandezza scalare .

Diversi tipo di campo elettrico

- **Campo uniforme:**
 - Un **campo elettrico uniforme** possiede la stessa intensità, direzione e verso in ogni punto .
 - Può essere generato da due **lastre conduttrici parallele** dotate di carica uguale e

opposta .

- **Campo non uniforme:**

- Un **campo elettrico non uniforme** ha intensità e/o direzione che variano nello spazio .
- Un esempio è il campo generato da una singola carica puntiforme .

- **Campo generato da una carica puntiforme:**

- Il campo creato da una **carica puntiforme** ha la stessa intensità in tutti i punti equidistanti dalla carica .
- Le linee di campo per un campo generato da una carica puntiforme positiva sono semirette uscenti dalla carica; se la carica è negativa, le linee di campo sono dirette verso la carica .

- **Campo generato da più cariche puntiformi:**

- In una regione dello spazio ci possono essere diverse cariche sorgenti (Q1, Q2, Q3...) .
- Il campo risultante in un punto è dato dalla **somma vettoriale dei singoli campi** generati da ciascuna carica sorgente .