

ELETTROSTATICA

CAMPO ELETTRICO NEL VUOTO

GENERALITÀ:

Ogni carica elettrica posta in uno spazio vuoto, cioè privo di materia, crea intorno a se un campo elettrico quindi uno spazio in cui vi sono delle cariche elettriche differisce dallo spazio che ne è privo esclusivamente per la presenza di un campo elettrico.

L'elettrostatica nel vuoto studia appunto i fenomeni che vengono creati, nel vuoto, dalle cariche elettriche ferme.

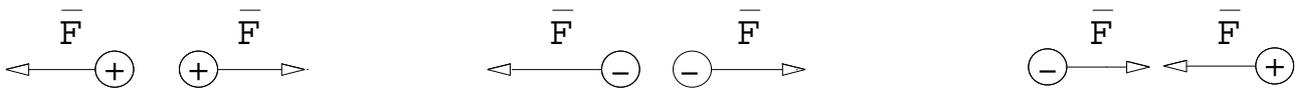
FORZE DI NATURA ELETTROSTATICA - LEGGE DI COULOMB:

Supponiamo di avere un corpo carico di elettricità in presenza di un secondo corpo carico di elettricità. Sui due corpi vengono ad agire delle forze attrattive o repulsive proporzionali alle cariche elettriche possedute dai due corpi. In breve il campo elettrico generato da uno dei due corpi viene ad agire sull'altro e viceversa, determinando così delle forze che sono evidentemente di natura elettrostatica.

La prima grande conclusione è che i campi elettrici agiscono sulle cariche elettriche mediante forze le quali sollecitano i corpi che le posseggono. E' stato dimostrato che quando due corpi, portanti rispettivamente la quantità di elettricità Q_1 e Q_2 , si trovano ad una certa distanza d , sono soggetti ad una forza F esprimibile con:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{d^2} \text{ (N)}$$

e che prende il nome di legge di Coulomb



La forza risulta repulsiva se Q_1 e Q_2 hanno lo stesso segno e attrattiva se di segno contrario. Dalla formula si vede inoltre che la forza varia anche al variare della distanza d .

La forza è misurata in Newton se le cariche elettriche vengono espresse in Coulomb, se la distanza è in metri e se la costante k vale $8,98 \times 10^9$. L'espressione analitica di k è un $1/4\pi\epsilon_0$ con ϵ_0 un parametro che si vedrà in seguito e che vale $8,86 \times 10^{-12}$ per cui

$$k = \frac{1}{4 \times 3,14 \times 8,86 \times 10^{-12}} = \frac{1}{111,3 \times 10^{-12}} = 8,98 \times 10^9$$

Da ricordare che la legge di Coulomb vale in modo esatto solo per corpi puntiformi. Se i corpi non sono puntiformi la legge ha valore approssimato ed evidentemente l'approssimazione è tanto migliore quanto più piccole saranno le dimensioni in confronto alla loro distanza.

ESPRESSIONE ANALITICA DEL CAMPO ELETTRICO:

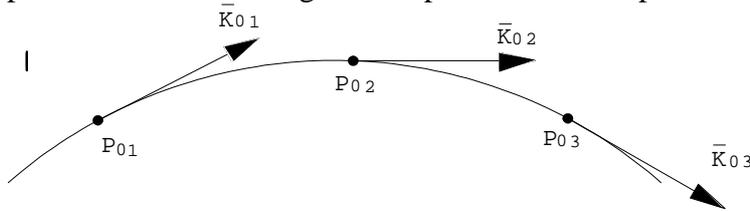
Constatata la presenza di un campo elettrico attorno ad una carica bisogna quantizzarlo cioè definirlo con delle grandezze. Il campo elettrico è una grandezza fisica avente carattere vettoriale e questo l'abbiamo verificato con la legge di Coulomb. Se ha carattere vettoriale, per individuarlo in ogni punto dello spazio ove esso è presente, occorrerà conoscere la sua direzione ed il suo verso. Precisamente la sua direzione e il suo verso coincideranno rispettivamente con la direzione e il verso della forza che agisce sulla carica (positiva per convenzione). Il suo modulo K_0 verrà espresso con la formula:

$$K_0 = \frac{F}{Q}$$

dove F è la forza che agisce appunto sulla carica Q . Il campo elettrico in tal caso ha come unità di misura $N/Coulomb$ però è da dire che tale unità di misura non viene da noi usata poiché nel sistema Internazionale il campo elettrico risulta espresso in Volt/metro e tale unità di misura la giustificheremo in seguito.

LINEE DI FORZA:

Da quanto detto si comprende come, per ogni punto dello spazio ove esiste un campo elettrico, sia possibile definire un vettore campo elettrico, e quindi come per individuare completamente un campo elettrico nello spazio sia necessario conoscere in ogni punto il relativo vettore. Questo verrà indicato con \vec{K}_0 mentre K_0 ne indica il modulo. Per scopi pratici è molto comodo poter avere una rappresentazione grafica dell'andamento del campo elettrostatico dovuto alle cariche elettriche presenti in una certa regione di spazio. A tale scopo servono le cosiddette linee di forza.



Esse sono delle curve che hanno la proprietà di avere in ogni punto per tangente il vettore campo elettrico \vec{K}_0 . In pratica la linea di forza rappresenta la traiettoria che verrebbe a descrivere una minuscola carica elettrica (infinitesima,

per non disturbare il campo preesistente) positiva qualora fosse libera di muoversi. Anzi, per convenzione, il verso delle linee di forza è proprio quello corrispondente al moto naturale delle cariche elettriche positive. Ricordarsi che per ogni punto nello spazio non può passare che una sola linea di forza, salvo che nel punto considerato non vi sia concentrata una carica elettrica; in tal caso da quel punto usciranno più linee di forza. Conclusione: le linee di forza non si incrociano mai.

E' chiaro che dove linee di forza sono più fitte, là il campo elettrico è più intenso di dove le linee sono più rade e viceversa.

COMPORAMENTO DEI CORPI CONDUTTORI:

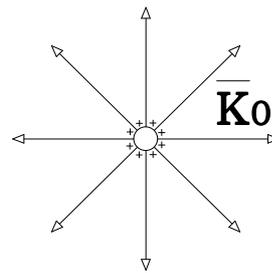
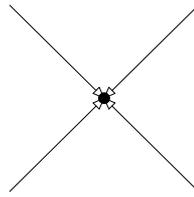
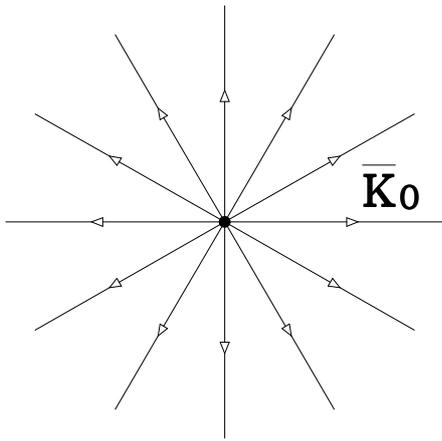
Nei fenomeni elettrostatici le superfici dei corpi conduttori sono sempre **EQUIPOTENZIALI**. Ciò significa che tutti i punti della superficie hanno ovviamente la stessa d.d.p. rispetto ad un punto preso come riferimento, ossia fra due qualsiasi punti non vi può essere una d.d.p. Questo è logico se si pensa che una d.d.p. fra due punti di uno stesso corpo conduttore esige delle cariche elettriche in moto, mentre in elettrostatica i fenomeni sono dovuti a cariche elettriche ferme. Da ciò posso dedurre che eventuali linee di forza elettrica interessanti la superficie di un conduttore debbano

essere ortogonali ad esso: il campo elettrico su di una superficie non può cioè avere componenti tangenziali alla superficie del corpo; se ciò fosse, gli elettroni di conduzione sarebbero in movimento sotto l'azione di queste componenti e ciò è un contrasto con l'elettrostatica. Un'altra proprietà presentata dalle cariche elettriche nei



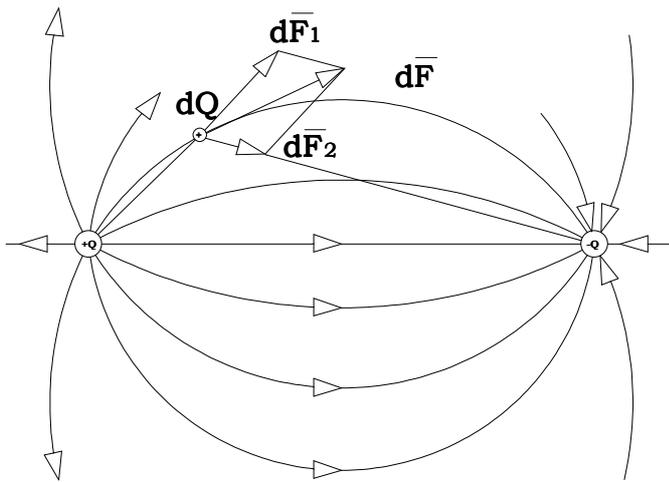
corpi conduttori elettrizzati è che queste si portano sempre in superficie. Infatti nell'interno di un conduttore non è possibile avere un campo elettrico. Questo infatti deve essere nullo, altrimenti gli elettroni di conduzione sarebbero in movimento il che è in contrasto col fenomeno statico (esperienza fatta in fisica - Gabbia di Faraday).

CONFIGURAZIONE DI PARTICOLARI CAMPI ELETTRICI:

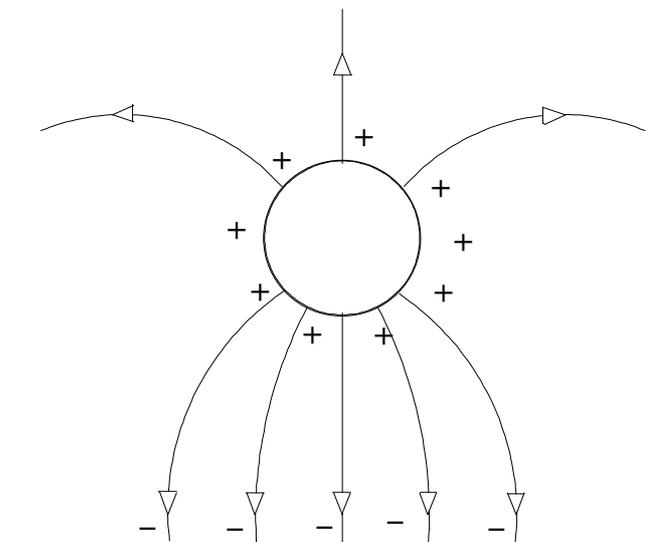
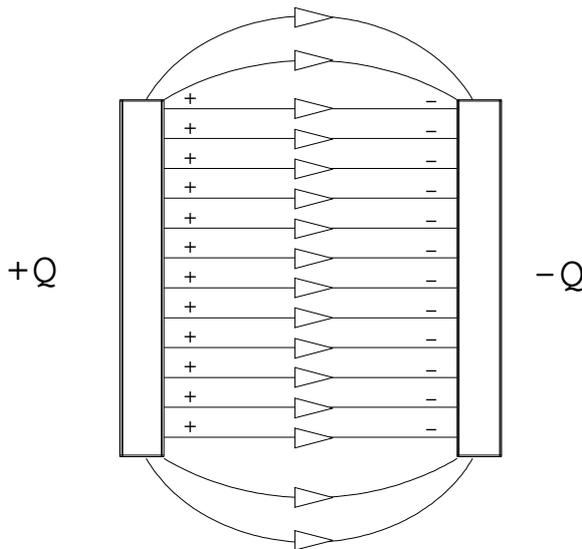


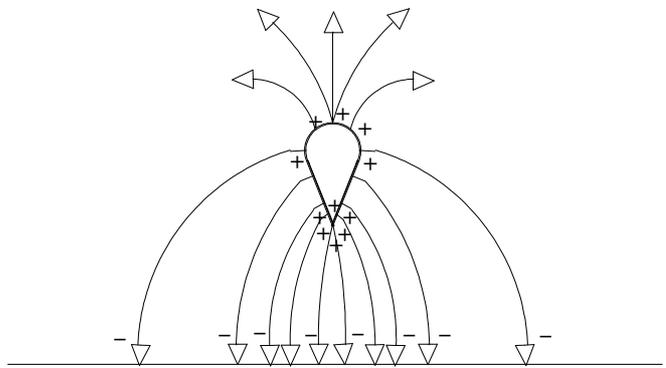
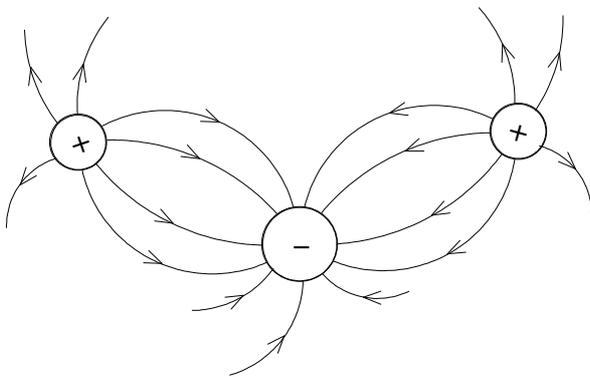
Nel caso di una carica elettrica puntiforme isolata nello spazio, le linee di campo elettrico sono costituite da tante semirette aventi per centro la carica data. Sono

uniformemente distribuite (per ragioni di simmetria) e si irradiano all'infinito. Usciranno dal corpo puntiforme (se il corpo è positivo) od entreranno se negativo. Se il corpo non è puntiforme ma per esempio sferico, le linee di forza sono sempre perpendicolari; è come se provenissero dal centro del corpo. Quando i corpi sono due e se portano cariche uguali in valore ma di segno contrario, le linee di forza, che si potranno trovare ad esempio pensando di esplorare lo spazio interessato mediante una carica rilevatrice infinitesima dQ , presentano ancora andamenti semplici



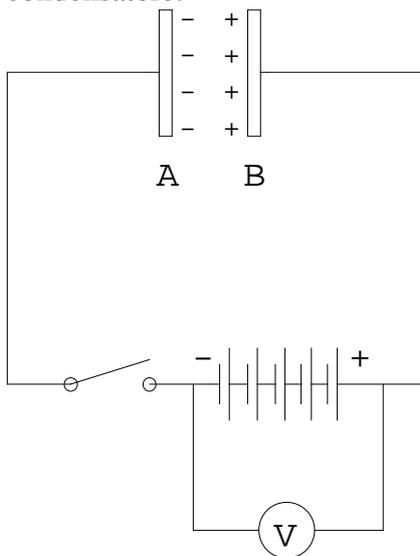
se i corpi sono di forma regolare. Sulla carica rilevatrice agirà la risultante delle forze elettrostatiche, ciascuna delle quali si troverà semplicemente considerando l'azione dovuta ad una singola carica. Idem per due superfici piane. Si ha sempre addensamento di cariche sulle punte.





CONDENSATORI ELETTRICI - CAPACITA':

Ogni coppia di corpi conduttori affacciati, tra loro isolati, e tra i quali si può stabilire un campo elettrico, si chiama **CONDENSATORE**. I due corpi isolati prendono il nome di **ARMATURE** del condensatore.



Per fare nascere fra le armature un campo elettrico basta collegare le due armature ai poli di un generatore elettrico di tensione continua. A questo punto il generatore sottrae elettroni all'armatura collegata col polo positivo per portarli all'armatura collegata con il polo negativo: tutto ciò continua fino a che la forza interna del generatore riuscirà a portare elettroni dal polo positivo a quello negativo. Quando non riesce più a fare ciò, sarà perché anche fra le armature del condensatore si sarà stabilita la tensione V del generatore. In tali condizioni si è raggiunto lo stato di equilibrio ed il fenomeno diventa statico. In definitiva fra le due armature esisterà la **d.d.p. V** .

Nello spazio fra le due armature nascerà così un campo elettrico \vec{K}_0 le cui linee forza saranno rettilinee e uniformemente distribuite salvo che sui bordi. A tal punto si comprende come la quantità di

elettricità dislocata su ciascuna armatura dipenda, oltre che dalle caratteristiche del sistema, anche dalla **f.e.m** del generatore, poiché da questa dipende il numero di elettroni in eccesso che un generatore riesce a mantenere rispetto al suo polo positivo.

Da quanto detto deriva che la quantità di elettricità Q dislocata su di un'armatura risulta direttamente proporzionale alla **d.d.p V** presente tra le due armature e al fattore di proporzionalità viene dato il nome di capacità elettrica:

$$Q = C V$$

Per un dato condensatore la capacità rappresenta perciò la quantità di elettricità che esso può immagazzinare quando fra le sue armature la **d.d.p** è uguale a 1 V; infatti

$$C = Q/V.$$

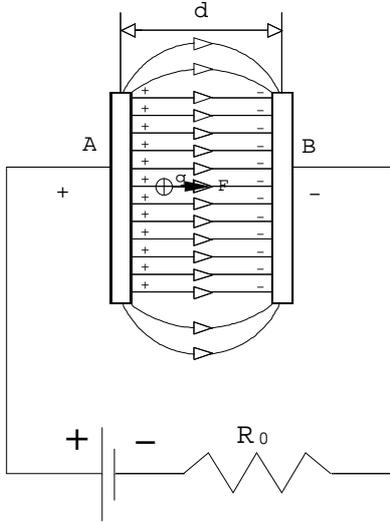
La sua unità di misura cioè il Coulomb/Volt prende il nome di **FARAD (F)** cioè

$$1 \text{ Farad} = 1 \text{ C} / 1 \text{ V}.$$

Essendo la grandezza Farad enorme si useranno sempre i sottomultipli e cioè: il microfarad ($\mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$), nanofarad ($\text{nF} = 10^{-9} \text{ F}$) e il picofarad ($\text{pF} = 10^{-12} \text{ F}$).

POTENZIALE ELETTROSTATICO:

Abbiamo visto che esiste una d.d.p. tra le armature di un condensatore quando esso è sede di un campo elettrico. Infatti, se non fosse presente una d.d.p. ai capi del condensatore, questo risulterebbe scarico e quindi privo di campo elettrico. Generalizzando, in un qualsiasi sistema elettrostatico, quando fra due corpi si manifesta un campo elettrico, esiste sempre fra gli stessi corpi una certa d.d.p. e viceversa.



Si deduce così che d.d.p. e campi elettrici debbano costituire coppie di grandezze elettriche fra loro indissolubili. Cerchiamo ora la relazione che intercorre nei sistemi elettrostatici fra queste due grandezze.

Incominciamo a considerare un condensatore piano: analizziamo una sua linea di forza lontana dai bordi; essa risulta rettilinea e lunga d. Portiamo ora sull'armatura positiva, nel punto dove parte la linea di forza, una piccola carica positiva q, tale da non alterare il campo elettrico preesistente e la lasciamo libera di muoversi. Questa risulta spinta da una forza $F = q K_0$ e tale forza risulta costante su tutta la linea di forza considerata perché il campo K_0 lungo una qualsiasi linea di forza di un condensatore piano è sempre di valore costante. Quando la carica q sarà arrivata in B avrà compiuto il seguente lavoro meccanico:

$$L = F d = q K_0 d$$

D'altra parte, nello stesso tempo, lo spostamento della carica tra le due armature, fra le quali esiste la d.d.p V ha richiesto un'energia elettrica

$$W = q V$$

Ora, poiché il lavoro L compiuto dalla carica elettrica deve essere uguale, per il principio di conservazione dell'energia, all'energia W ricevuta posso scrivere che

$$q K_0 d = q V$$

e quindi ricavare l'espressione del campo elettrico:

$$\boxed{K_0 = V / d}$$

Questa è la relazione che lega, in un condensatore piano, il valore del campo elettrico al valore della d.d.p. presente fra le sue armature. Quanto detto è generalizzabile e cioè lungo una qualsiasi linea di forza il potenziale elettrostatico (per potenziale in un punto si intende la d.d.p. fra il punto considerato ed un altro punto preso come riferimento) andrà diminuendo nello stesso verso presentato dalla linea di forza; difatti la **d.d.p.** fra due punti è tanto minore quanto più i due punti sono vicini.

Concludendo si può dire che fra i due punti di una stessa linea di forza esiste sempre una certa d.d.p. che risulta tanto più grande quanto più saranno lontani i punti considerati.

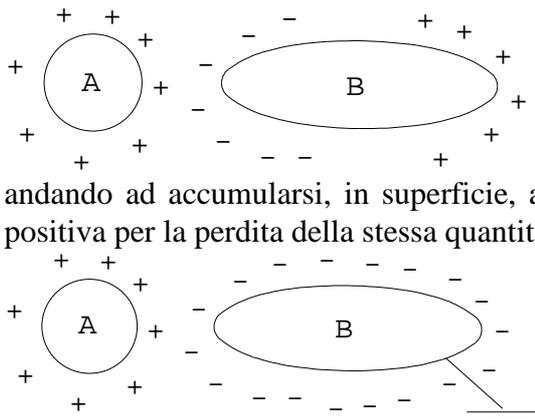
Fra due punti non appartenenti alla stessa linea di forza vi sarà ancora una certa d.d.p. purchè i due punti non appartengano ad una stessa superficie equipotenziale, in caso contrario ovviamente la **d.d.p.** sarà nulla. Da ricordarsi infine che sono superfici equipotenziali tutte le superfici ortogonali alle linee di forza elettrica.

Anche il campo elettrico ha la sua unità di misura cioè il **V/m.**

INDUZIONE ELETTROSTATICA:

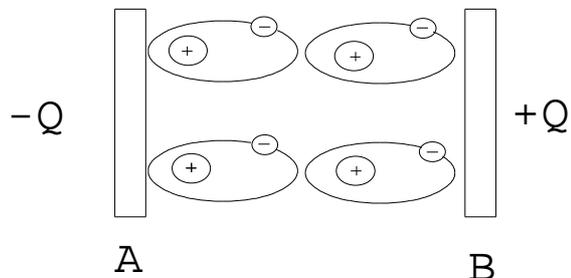
Come è noto, un conduttore si può caricare per induzione elettrostatica. Infatti se nel campo del conduttore elettrizzato A si porta un corpo metallico B isolato e allo stato neutro, questo si elettrizza per induzione assumendo cariche di nome contrario a quelle del conduttore A sulla superficie ad esso affacciata e cariche dello stesso nome sulla superficie più lontana. Ciò è dovuto al fatto che gli elettroni liberi del corpo indotto B subiscono azioni di forza del campo elettrico andando ad accumularsi, in superficie, ad una sua estremità mentre l'altra sua estremità risulterà positiva per la perdita della stessa quantità di elettroni.

Se il conduttore B caricato per induzione si collega con la terra si ha che le sue cariche dello stesso nome delle cariche del conduttore inducente A emigrano verso la terra (la terra, dal punto di vista elettrico, va considerata come un conduttore) per cui B rimane elettrizzato (finchè perdura l'azione del campo creato dal corpo induttore A) con cariche di nome contrario a quelle di A .



INDUZIONE ELETTRICA:

Vediamo ora come agiscono le forze elettrostatiche sugli atomi del dielettrico intendendo con dielettrico lo spazio interposto fra le due superfici cariche di un condensatore. Le forze elettriche agiscono sugli atomi del dielettrico alterando la traiettoria degli elettroni che da circolare diventa ellittica: gli elettroni di ogni atomo vengono attratti dalla piastra positiva B mentre i nuclei vengono attratti dalla piastra negativa A. Data questa deformazione l'atomo non è più un sistema neutro ma equivale ad un dipolo (un dipolo elettrico è costituito da due cariche elettriche di nome contrario, uguali di valore, tra loro distanziate). In tali condizioni il dielettrico viene detto **polarizzato**. Tale deformazione è tanto più intensa quanto più grande è la forza elettrica. Si definisce **INDUZIONE ELETTRICA** o **SPOSTAMENTO ELETTRICO** la carica di polarizzazione esistente nell'unità di superficie di un dielettrico. Nell'ipotesi di una distribuzione uniforme di cariche, l'induzione dielettrica è definita dalla relazione



$$D = Q/S$$

per cui l'unità di misura è di Coulomb/m². L'induzione dielettrica misura, quindi, la **DENSITA' DI POLARIZZAZIONE**. Si usa dare a questa grandezza carattere vettoriale e sperimentalmente si verifica che essa è legata alla forza elettrica da una legge di proporzionalità diretta cioè:

$$\bar{D} = \epsilon \bar{K}.$$

Se il dielettrico è rappresentato dal vuoto si ha:

$$\bar{D}_0 = \epsilon_0 \bar{K}_0$$

La costante di proporzionalità ϵ prende il nome di costante dielettrica del vuoto o del dielettrico considerato. Per ora basti sapere che

$$\epsilon_0 = D_0/K_0 = 8,86 \times 10^{-12} \text{ Farad/metro.}$$

Quanto è stato detto permette di concludere che le **grandezze vettoriali forza elettrica ed induzione sono fra loro associate come causa ed effetto**. Come una sollecitazione meccanica provoca una deformazione nel materiale, così una forza elettrica provoca la polarizzazione del materiale isolante.

Ricordando poi la definizione vista e cioè $K_0=V/d$ e introducendola in $K_0 = Q / \epsilon_0 S$ posso scrivere

$$\frac{V}{d} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$Q = \frac{\epsilon_0 S}{d} V$$

infine ricordando che il coefficiente di proporzionalità fra la carica Q e V non è altro che C posso scrivere

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad \left(\text{Vi ricordate } R = \rho \frac{l}{S} \text{ ?} \right)$$

Tale relazione permette di calcolare il valore delle capacità offerta da un condensatore ad armature piane e parallele nel vuoto note che siano le sue caratteristiche geometriche.

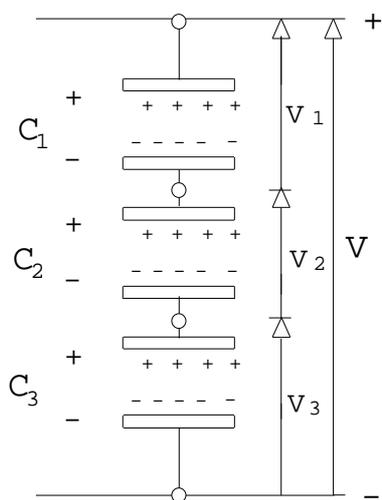
Generalizzando posso dire che la capacità elettrica di un sistema di conduttori è sempre funzione delle sue dimensioni geometriche; precisamente un avvicinamento o un aumento di superficie dei conduttori porterà ad un aumento della capacità del sistema. Dalla relazione precedente posso ricavare $\epsilon_0=Cd/S$ e quindi

$$\frac{\text{farad} \times \text{metro}}{\text{metro}^2} = \frac{\text{farad}}{\text{metro}}$$

e per il vuoto $\epsilon_0=8,86 \times 10^{-12}$ farad/metro.

SERIE DI PIÙ CONDENSATORI:

Due o più condensatori si dicono COLLEGATI IN SERIE quando un'armatura del primo è collegata ad una armatura del secondo, la restante armatura del secondo è collegata ad una armatura del terzo e così di seguito come in figura.



Nel collegamento in serie si verifica:

- a) ogni condensatore assume la stessa carica Q : infatti, se sull'armatura del primo condensatore collegato al potenziale $+$ si è ripartita la carica $+Q$, essa induce sull'opposta armatura la carica $-Q$; a sua volta quest'ultima carica induce sulla prima armatura del secondo condensatore la carica $+Q$ e così di seguito; ciò indipendentemente dai valori delle rispettive capacità.
- b) la tensione di carica V della batteria si ripartisce nei singoli condensatori ($V=V_1+V_2+V_3$) in modo inversamente proporzionale alle rispettive capacità: $V_1=Q/C_1$, $V_2=Q/C_2$; quindi il condensatore di minor capacità viene sottoposto alla tensione più alta.

Più condensatori collegati tra loro in serie equivalgono ad un unico condensatore di capacità:

$$C_{eq} = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{V_1+V_2+V_3 \dots}$$

da cui

$$\frac{1}{C} = \frac{V_1}{Q} + \frac{V_2}{Q} + \frac{V_3}{Q} + \dots = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

e quindi

$$C_{eq} = \frac{Q}{V} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots}$$

Se i condensatori costituenti la batteria hanno uguale capacità C^1 risulta $C_{eq} = \frac{C^1}{n}$

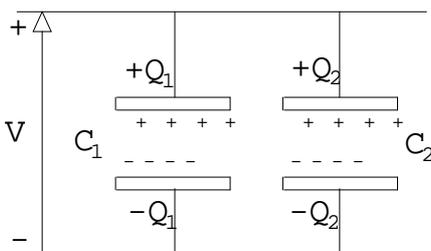
Se ho solo due condensatori:

$$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

L'utilità del collegamento in serie consiste nel fatto di poter distribuire una data tensione su più condensatori per cui ognuno venga sottoposto ad una tensione di valore inferiore alla data.

PARALLELO DI PIÙ CONDENSATORI:

Due o più condensatori si dicono collegati in parallelo se sono alimentati dalla stessa tensione.



Nel collegamento in parallelo si verifica:

- a) la carica di ogni condensatore è direttamente proporzionale alle rispettive capacità: $Q_1 = C_1 V$; $Q_2 = C_2 V$;
- b) la carica della batteria è data dalla somma delle cariche dei condensatori: $Q = Q_1 + Q_2 + \dots$ per cui la capacità della batteria risulta:

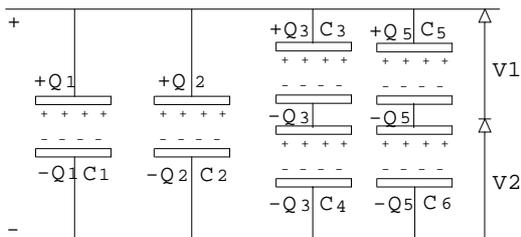
$$C_{eq} = \frac{Q}{V} = \frac{Q_1 + Q_2}{V} = C_1 + C_2 + \dots$$

La capacità equivalente a più condensatori in parallelo è uguale alla somma delle capacità dei condensatori costituenti la batteria. Se la batteria è costituita da n condensatori di uguale capacità C^1 risulta

$$C_{eq} = n C^1$$

SERIE - PARALLELO DI PIÙ CONDENSATORI:

Più condensatori si dicono collegati in SERIE-PARALLELO quando il sistema comprende condensatori collegati sia in serie che in parallelo. Più condensatori collegati in serie-parallelo equivalgono ad un condensatore di capacità



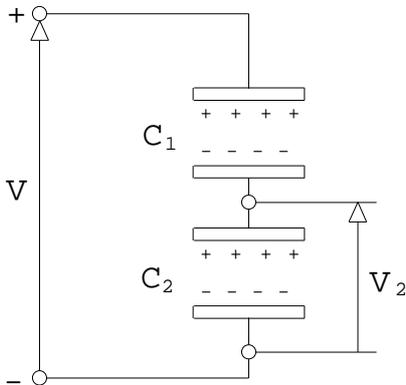
$$C_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{C_{1s}} + \frac{1}{C_{2s}} + \frac{1}{C_{ns}}} + C_{1p} + \dots + C_{np}$$

dove $C_{1s} \dots C_{ns}$ indicano i condensatori in serie, e $C_{1p} \dots C_{np}$ indicano i condensatori collegati in parallelo.

Nel caso della figura si ha:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4} + \frac{C_5 C_6}{C_5 + C_6}$$

PARTITORI DI TENSIONE CAPACITIVI:



Un partitore di tensione capacitivo è costituito essenzialmente da due condensatori C_1 e C_2 in serie e serve a ridurre il valore di una data tensione.

Per calcolare V_2 in funzione di V si procede così:

Si comincia a trovare la quantità di elettricità Q posseduta da ciascuna capacità:

$$Q = C_{eq} V = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}} V = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} V$$

La V_2 ai capi di C_2 sarà

$$V_2 = Q \frac{1}{C_2} \longrightarrow Q = V_2 C_2$$

che introdotta nella formula precedente darà:

$$V_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V$$

(Analogia al partitore ohmico.)

COSTANTE DIELETTRICA:

La proprietà di questa grandezza è di riassumere in se le caratteristiche che i materiali isolanti presentano dal punto di vista della polarizzazione.

Ogni materiale isolante presenta un suo ben preciso valore di costante dielettrica perchè ogni materiale isolante sottoposto all'azione del campo elettrico si polarizza con quel certo grado e con quelle modalità strettamente dipendenti dalla sua struttura molecolare.

Spesso ai fini pratici è molto comodo esprimere il valore della costante dielettrica ϵ di una certa sostanza in funzione della costante dielettrica del vuoto ϵ_0 .

In tal caso ϵ , che rappresenta la costante dielettrica assoluta del materiale, vale:

$$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$$

dove ϵ_r ha il significato di costante dielettrica relativa del materiale; ϵ_r non ha perciò dimensioni fisiche ma verrà espresso come un numero puro quindi

$$\epsilon = \epsilon_r 8,86 \cdot 10^{-12} \text{ [F/m]}$$

I valori delle costanti dielettriche relative sono tabellati per materiali.

Esistono sostanze come l'azoto, l'ossigeno e l'aria che presentano $\epsilon_r \cong 1$ e quindi per essi vale la relazione :

$$\epsilon \cong \epsilon_0$$

e quindi per essi i fenomeni e le leggi dell'elettrostatica relative al vuoto sono validi.

RIGIDITÀ DIELETTICA:

Precedentemente abbiamo detto che i materiali dielettrici sottoposti all'azione di un campo elettrico si polarizzano con un'intensità che risulta direttamente proporzionale al valore del campo elettrico stesso.

Aumentando sempre di più l'intensità del campo elettrico si arriva ad un certo valore di campo elettrico per cui il materiale isolante perde le sue caratteristiche isolanti, così come un corpo elastico ad un certo punto si rompe all'eccedere della sollecitazione meccanica.

Difatti all'aumentare dell'intensità del campo elettrico corrisponde un'aumento delle forze che sollecitano gli elettroni periferici. Si arriverà perciò ad una condizione alla quale le forze interne di attrazione che legano gli elettroni al nucleo, non riescono più ad equilibrare quelle dovute al campo elettrico esterno ed in tal caso gli elettroni, non più legati al loro nucleo, sfuggono e creano nella massa del materiale una corrente elettrica.

Questa si produce istantaneamente ed è molto violenta ed è denominata **SCARICA ELETTRICA** e crea effetti termici e luminosi notevoli. Tale scarica porta alla perdita delle caratteristiche isolanti del materiale. Ora il valore massimo del campo elettrico per il quale i materiali isolanti rispondono come tali, cioè resistono alla sollecitazione elettrica, è stato denominato RIGIDITÀ DIELETTICA K_r . Ciascun materiale quindi presenterà un diverso valore di K_r in quanto presenta diversa struttura interna.

Un caso particolare di scarica nell'aria è costituita dal cosiddetto effetto **CORONA**. Questo fenomeno si presenta quando l'aria che circonda un conduttore perde, in vicinanza della sua superficie, le caratteristiche isolanti (essa diventa infatti fortemente ionizzata), il che avviene quando l'intensità del campo elettrico supera il valore presentato dalla rigidità dielettrica dell'aria. Il fenomeno prende il nome di corona perché intorno al conduttore è talvolta visibile una corona luminosa dovuta alla ionizzazione dell'aria. Nel sistema Internazionale l'unità di misura è il Volt/m o kV/m o kV/cm.

CAPACITÀ DI UN CONDENSATORE PIANO CON DIELETTICO OMOGENEO:

Prendiamo un condensatore piano fra le cui armature è posto materiale isolante omogeneo di costante dielettrica ϵ . Calcoliamo la capacità del condensatore.

Poniamo che sia nullo l'effetto sui bordi e detta V la d.d.p. fra le armature distanti d e sia Q la carica dislocata su ogni armatura di superficie S .

Posso scrivere $Q = DS$; posso inoltre scrivere $V = Kd$ purché al posto di K_0 metta K . Facendo il rapporto fra le 2 relazioni e ricordando che $D = \epsilon K$ posso scrivere:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{DS}{Kd} = \frac{\epsilon KS}{d} = \epsilon \frac{S}{d} = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{S}{d} \quad \text{quindi la capacità di un condensatore piano avente per dielet-}$$

trico un materiale omogeneo di costante dielettrica relativa ϵ_r , assume ϵ_r volte il valore della capacità che lo stesso condensatore presenta quando il suo dielettrico è il vuoto o l'aria.

ENERGIA DEL CAMPO ELETTRICO:

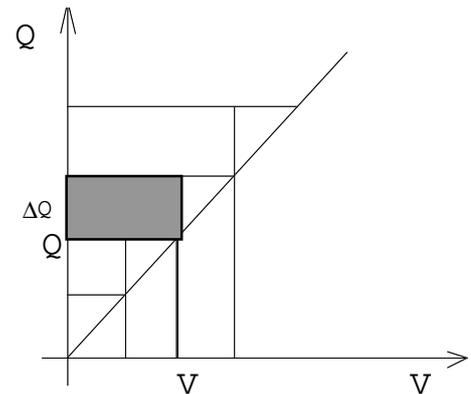
Supponiamo di avere un condensatore la cui carica Q sia elevata a Q + ΔQ. Ai 2 valori di carica corrispondono i due valori di tensione fra le armature:

$$V = \frac{Q}{C} \quad e \quad V + \Delta V = \frac{Q + \Delta Q}{C}$$

Dopo aver ricordato che una tensione rappresenta l'energia dell'unità di carica posso affermare che l'aumento ΔQ comporterebbe l'aumento ΔW = V ΔQ di energia se durante la variazione di carica la tensione fosse rimasta costante. Poichè ciò non è, nell'espressione dell'incremento di energia si dovrà porre il valore medio di tensione cioè V + ΔV/2 per cui:

$$\Delta W = \Delta Q \left(V + \frac{\Delta V}{2} \right) = V \Delta Q + \frac{\Delta V \Delta Q}{2}$$

Nella figura è tracciata la retta Q= CV che ovviamente esce dall'origine degli assi e avente C per coefficiente angolare (V = RI). In questo diagramma l'aumento di energia, corrispondente ad un incremento di carica è rappresentato dalla somma dell'area tratteggiata che vale V•ΔQ e del triangolo adiacente che vale ½ (ΔVΔQ). Se ora ripeto lo stesso calcolo per successivi aumenti di carica, si dovrà considerare come energia totale la somma di altrettanti triangoli e rettangoli. Se pensiamo di analizzare il fenomeno da carica nulla fino al valore Q si deduce che l'energia del campo è definita dall'area di un triangolo, somma di tanti rettangoli e triangoli elementari. Di conseguenza l'energia vale



$$W = \frac{1}{2} QV$$

All'energia elettrostatica si possono dare altre due espressioni per mezzo della definizione di capacità; si hanno così anche:

$$W = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Questa energia si localizza nel dielettrico; infatti essendo $C = \epsilon \frac{S}{d}$; $V = K d = \frac{D}{\epsilon}$ si ha:

$$W = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \epsilon \frac{S}{d} \left(\frac{D}{\epsilon} \right)^2 = \frac{1}{2} S \frac{D^2}{\epsilon} = \frac{1}{2} v K D^2 \quad \text{dove}$$

$$v = S d = \text{volume}$$

Essendo l'energia proporzionale al volume del dielettrico si può pensare che sia localizzata in esso.