**VETTORE E CAMPO ELETTRICO**

In questi brevi appunti introdurremo un concetto importante non solo per le forze elettriche ma per la Fisica in generale: il concetto di **vettore e** **campo elettrico**.

**TERMINE AGENTE E TERMINE SUBENTE DELLA FORZA ELETTRICA**

**-definizione microscopica-**

Inizieremo a definire il campo elettrico di una carica agente **microscopica** QA posta nel punto dello spazio PA che applica una forza ad una carica subente Q0, altrettanto microscopica, posta nel punto dello spazio P0 (vedi figura 1). La forza che QA applica su Q0 è, come ben sapete:

Figura 1: QA applica una forza FA→0 su Q0

**A→0 = 9⋅109⋅QA⋅Q0/R2**   **(1)**

Analizziamo brevemente l’eq. (1): essa è scomponibile in tre fattori: uno che dipende soltanto dalla carica Q0, l’altro che dipende solo dal valore della carica agente QA e dalla sua posizione rispetto a P0 nello spazio ed il terzo che è la costante K=9⋅109⋅N⋅m2/C2

* **Q0** (**termine subente**, poiché Q0 rappresenta la carica elettrica che subisce la forza prodotta da QA).
* **QA/R2** (**termine agente**, dipendente solo dal valore della carica agente QA e dalla sua posizione rispetto al punto P0 dove QA applica la forza).
* **K=9⋅109⋅N⋅m2/C2** (**costante di proporzionalità**: essa è un numero fisso e come tale non è propriamente né un termine agente né subente. Per convenzione **K viene associata al termine agente**).

Poiché la costante K viene convenzionalmente associata al termine agente, il termine agente risulta definitivamente essere K⋅QA/R2.

* **K⋅QA/R2** (**termine agente definitivo**, che comprende oltre al termine agente vero e proprio anche la costante K). Esso è un vettore ed ha il nome di **vettore elettrico** (). In breve:

il termine agente della forza elettrica è il vettore elettrico, il cui valore è dato da:

**K**⋅**QA/R2** (definizione microscopica)

Vediamo adesso cosa accade alla **forza elettrica** A→0. Posso riscrivere l’eq. (1) come:

A→0 = 9⋅109⋅QA⋅Q0/R2 → ( = K⋅QA/R2 ) →

**A→0 = Q0⋅ (2)**

L’eq. (2) mostra chiaramente che **la forza elettrica è data dal prodotto fra il termine agente e quello subente**. Nota che, se in P0 non c’è alcuna carica(cioè se Q0=0), la forza elettrica in P0 è nulla; se invece in P0 è presente una carica Q0≠0 allora lì appare subito una forza A→0 ≠0.

**Proprietà del vettore elettrico**

E’ evidente che è un vettore con queste proprietà:

* **modulo** : 9⋅109⋅QA/R2
* **direzione** : radiale (
* **verso:**
  + **interno**, puntante via da QA se QA è positivo(infatti, in questo caso 9⋅109⋅QA/R2 > 0 e perciò rappresenta il verso repulsivo, esterno)
  + **esterno**, puntante verso QA se QA è negativo (mentre in questo caso 9⋅109⋅QA/R2 < 0 e perciò rappresenta il verso attrattivo, interno)

**Un semplice esempio**

Per comodità, facciamo un semplice esempio. Guarda la Figura1 e considera questi valori:

**→ A→0=0,9N** **verso destra**

Analizziamo cosa succede: partiamo dal **termine agente**, cioè il vettore = 9⋅109⋅QA/R2. Il suo valore nel punto P0 è: = 2,25⋅104 N/C⋅*.* Nota che questo valore non dipende da Q0, cioè non dipende dal valore della carica presente in P0: in altre parole, è come se QA ponesse in P0 il vettore 2,25⋅104N/C⋅ **indipendentemente** da cosa c’è in P0. Questo valore non è una forza! (ed infatti le sue dimensioni sono N/C e non N)

Consideriamo adesso il **termine subente** Q0: esso è 4⋅10-5C e su di esso agisce la forza prodotta da QA.

Vediamo adesso cosa accade alla **forza elettrica** A→0. Nel nostro esempio posso riscrivere l’eq. (2) come:

**A→0 = Q0⋅ = 4⋅10-5⋅2,25⋅104 = 0,9N⋅**

Commentiamo brevemente l’equazione sopra: è come se la carica agente ponesse in P0 un vettore di valore 9⋅109⋅QA/R2 = 2,25⋅104 N/C che sta lì in attesa: finché in P0 non c’è alcuna carica non succede niente, il vettore  sta lì ma non produce nulla: ma appena una carica Q0 passa per P0 questa cattura il vettore e lo moltiplica per sè stessa, generando una forza di 0,9N.

**IL VETTORE ELETTRICO FORMA UN… CAMPO VETTORIALE!**

Notiamo una cosa importantissima: l’eq. **K⋅QA/R2**afferma che una carica QA, per il solo fatto di esistere, genera un vettore in ogni punto dello spazio, per quanto lontano da QA esso possa essere. Infatti, una volta fissato il valore di QA e la sua posizione io posso calcolare il valore di in ogni punto dello spazio: mi è sufficiente misurare R e ! In altre parole: è come se ad ogni punto dello spazio io associassi un vettore generato da QA. In [matematica](http://it.wikipedia.org/wiki/Matematica), una legge che associa a ogni punto di una regione di uno [spazio euclideo](http://it.wikipedia.org/wiki/Spazio_euclideo) un [vettore](http://it.wikipedia.org/wiki/Vettore_(matematica)) dello spazio stesso si chiama **campo vettoriale**. Posso perciò concludere che:

**ogni carica elettrica produce nello spazio un campo vettoriale, chiamato campo vettoriale elettrico, di estensione illimitata il cui valore in ogni punto è il vettore elettrico dato dall’eq. K⋅QA/R2**

Ecco in figura 2 il disegno del **campo vettoriale elettrico** di una carica positiva (campo elettrico verso l’esterno) e negativa (campo elettrico verso l’interno).

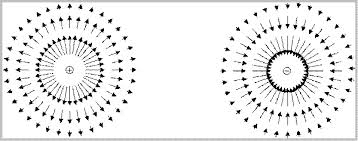


Figura 2: campo elettrico di una carica positiva (diretto verso l'esterno) e di una negativa (diretto verso l'interno)

**CAMPO ELETTRICO – definizione macroscopica**

Finora abbiamo calcolato il campo elettrico nel caso microscopico, cioè quello prodotto da una singola carica elettrica agente. Ma cosa accade quando vogliamo calcolare i campi elettrici macroscopici, cioè quelli che influenzano gli oggetti che hanno le nostre dimensioni? Noi siamo molto più grandi di una singola carica elettrica…

“Benissimo: per calcolare il campo elettrico in un punto bisogna conoscere la posizione di tutte le cariche presenti e poi calcolare i loro campi elettrici e sommarli vettorialmente…” ” ??? Ma come è possibile? In ogni oggetto ci sono miliardi e milìardi di protoni ed elettroni! Ognuno genera il proprio campo elettrico…”

Mimmi, avete pienamente ragione! Infatti, l’eq. **K⋅QA/R2** è fondamentale per capire il concetto di campo elettrico… ma di scarsissima utilità pratica quando dobbiamo affrontare i campi macroscopici presenti in Natura, che sono dati dalla somma di una miriade di campi elettrici microscopici. “ E cosa si fa allora…? ☹ “

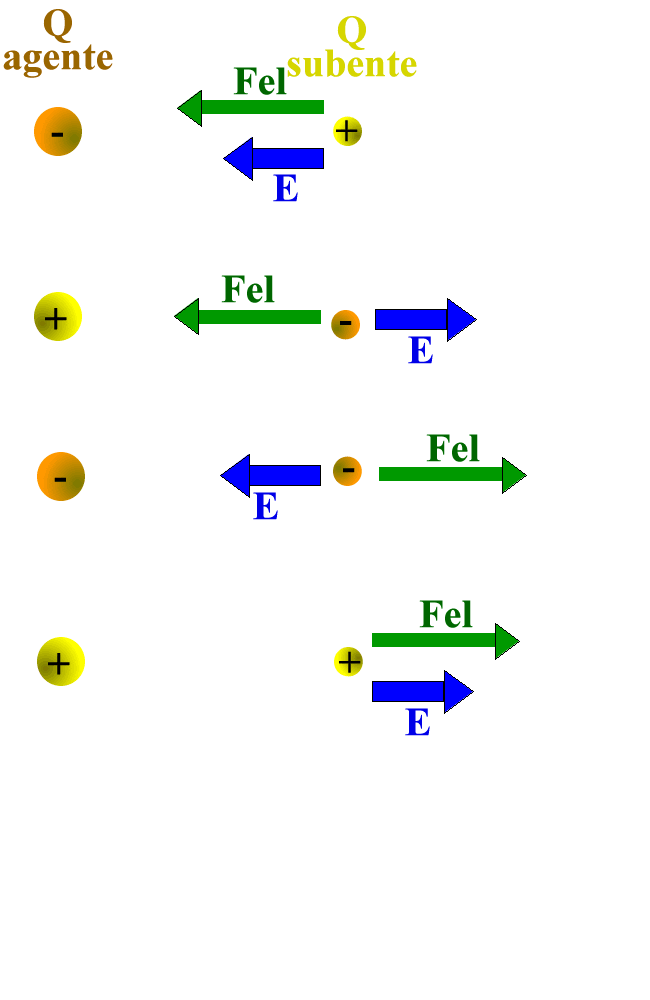
Bhè, a questo punto c’è solo una cosa da fare: bisogna sfruttare il fatto che il campo elettrico produce una forza elettrica quando agisce su di una carica subente. Se pongo una carica elettrica macroscopica Q0 nel punto in cui voglio conoscere il valore di posso misurare la forza elettrica macroscopica (**el**) che applica su Q0: a questo punto sfrutto l’equazione che lega el, Q0 ed , cioè l’eq. (2), e scrivo . Mi è sufficiente dividere il valore misurato di el per quello della carica subente Q0[[1]](#footnote-1) ed ho il valore di in quel punto dello spazio.

In altre parole: per misurare il valore **macroscopico** di presente in un certo punto dello spazio si pone in quel punto una carica **macroscopica** Q0 particolarmente piccola[[2]](#footnote-2) e si misura la forza elettrica (el) agente su Q0: dopodiché si applica l’eq.: . Detto in breve:

**il vettore elettrico è il rapporto fra la forza elettrica agente su di una carica-test Q0 e il valore di Q0 (definizione macroscopica)**

E’ evidente che la definizione microscopica e macroscopica di risultano equivalenti: esse sono due modi diversi per calcolare il medesimo vettore . Spesso nei libri scientifici si cita soltanto la definizione macroscopica di tralasciando quella microscopica poiché quella macroscopica è applicabile in tutti i casi mentre quella microscopica è usabile sono nel caso microscopico. Io ho preferito esporle entrambe per completezza ma anche perché la definizione macroscopica da sola non chiarisce l’importanza del vettore : cioè che **il vettore è il termine agente della forza elettrica e perciò produce un campo vettoriale**.

**SEMPLICI RELAZIONI FRA e el**

La definizione macroscopica ha un’utilità didattica pratica: essa permette di visualizzare facilmente alcune semplici ma fondamentali relazioni che legano  a el. Infatti, se scriviamo la definizione macroscopica di :

possiamo subito dire che:

* **il modulo di**  () è : = |el|/|Q0|, con el e Q0 in valore assoluto

(il modulo è sempre positivo!).

* **la direzione** **di**  è quella di el, cioè e el sono sempre paralleli (vedi Figura3).
* **il verso** **di**  è concorde a quello di el se Q0 è positiva, discorde da quello di el se Q0 è negativa (vedi Figura3).

Figura 3

1. La carica subente Q0 usata per misurare la forza elettrica prodotta da si chiama **carica di prova** o **carica test**. [↑](#footnote-ref-1)
2. Perché “particolarmente piccola”? Guarda gli appunti presi a lezione, ciuco! [↑](#footnote-ref-2)