

# Fisica II

Giovanni Tosini



# Indice

0.1	Introduzione . . . . .	4
0.2	Elettrostatica nel vuoto (in assenza di materia dielettrica) . . . .	5
0.2.1	Interazione (forze) di Coulomb . . . . .	5
0.2.2	Campo elettrostatico . . . . .	7
0.2.3	Energia elettrostatica . . . . .	7

## 0.1 Introduzione

Esistono due tipi di forze in assoluto:

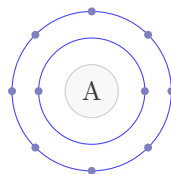
- forze attrattive
- forze repulsive

Queste forze si possono vedere anche nelle singole cariche elettriche, quelle con identica carica si respingeranno, mentre quelle con carica opposta si attrarranno.

Esistono tre modalità per caricare un oggetto:

- strofinio
- induzione
- contatto

Da notare che la carica non dipende dal meccanismo con cui viene creata, ma dai costituenti della materia.



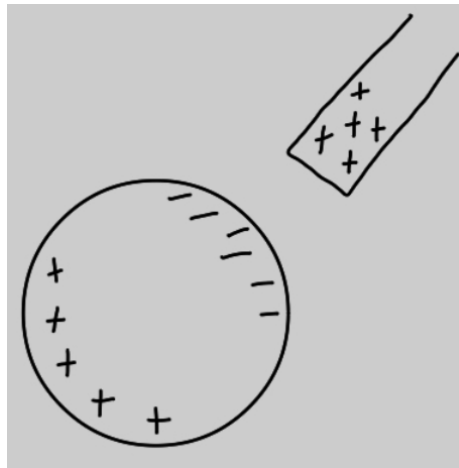
Un atomo è composto da: protoni, neutroni ed elettroni. La differenza di dimensioni tra un protone e un elettrone è di parecchi ordini di grandezza. La carica elettrica di un elettrone viene denominata "carica elementare", è tale perché si dice "quantizzata" essendo che si possono trovare solo cariche multiple di essa. Inoltre il modulo della carica di un elettrone è equivalente alla carica di un protone, sebbene siano due particelle differenti.

$$|qe^-| = qe^+$$

La materia ordinaria è neutra, di conseguenza pure l'atomo è neutro, ovvero il centro di simmetria del nucleo coincide con quello degli elettroni.

Con lo strofinio vengono strappati gli elettroni meccanicamente, nel sistema isolato d'esempio (in un sistema isolato la carica totale  $Q$  si conserva) preso in questione. La carica dipenderà dal potenziale di estrazione del materiale.

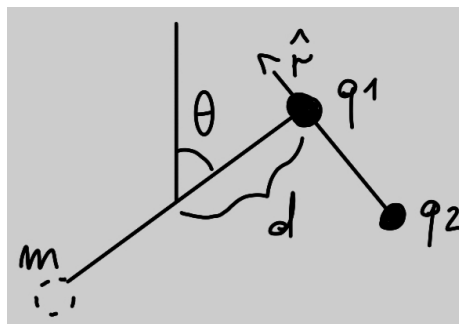
Per induzione invece, un oggetto  $q^+$  avvicinato a un oggetto neutro, porterà a una divisione di cariche nell'oggetto neutro causato dall'induzione elettrostatica



## 0.2 Elettrostatica nel vuoto (in assenza di materia dielettrica)

Quando non c'è dipendenza dal tempo il campo elettrico e il campo magnetico sono separati.

### 0.2.1 Interazione (forze) di Coulomb



- m oggetto di massa m, trascurabile
- $\theta$  angolo
- $q_1$  e  $q_2$  sono le cariche
- d la distanza
- r il versore

La forza esercitata lungo d sarà equivalente a:

$$|\vec{F}| = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Questo è un modello valido **esclusivamente** per cariche ferme nel vuoto. La costante k equivale a

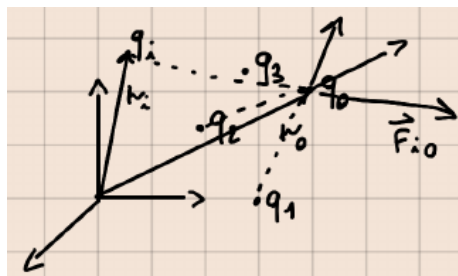
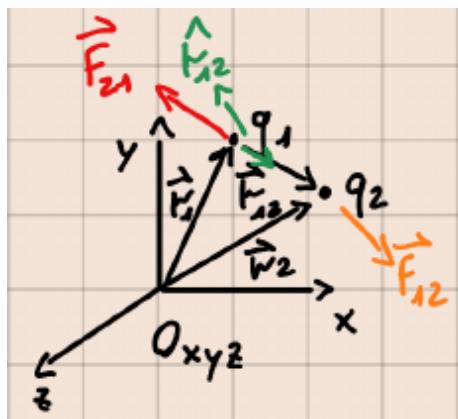
$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Di conseguenza la forza esercitata su  $q_1$  sarà equivalente a

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{1,2}^2}$$

N.B.:

- l'unità di misura della carica equivale al Coulomb,  $q = [C]$ .
- $\epsilon_0$  è la permeabilità sul vuoto (costante dielettrica del vuoto)
- $r_{1,2} = \vec{r}_{12} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$
- se  $q_1 q_2$  è positivo allora avremo a che fare con una forza repulsiva, se negativo attrattiva



Una carica  $q_0$  in uno spazio vuoto, con attorno N cariche, sarà sotto l'effetto della somma della forza di tutte:

$$\sum_{i=1}^N \frac{q_i q_0}{4\pi\epsilon_0} \frac{\hat{r}_{i0}}{r_{i0}^2}$$

## 0.2. ELETTROSTATICA NEL VUOTO (IN ASSENZA DI MATERIA DIELETTRICA) 7

N.B.:

- l'unità di misura della forza è il Newton [N]
- $\hat{r}_{12} = \hat{r}_2 - \hat{r}_1$

### 0.2.2 Campo elettrostatico

$$\vec{F}_{q_0} = q_0 \vec{E}_i(\vec{r}_0)$$

dove

- $\vec{E}$  è la sommatoria senza  $q_0$
- $\vec{r}_0$  equivale a  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{r_{i0}^2} \hat{r}_i$
- che a sua volta equivale a  $\frac{\vec{F}_{q_i q_0}}{q_0}$
- $\vec{F}_{q_i q_0} = q_0 \vec{E}_i$
- $\vec{F}_{tot} = q_0 \sum \vec{E}_i$

Ogni carica genera un campo, ma un campo esiste anche in assenza di particelle

$$\begin{aligned}\vec{E}(\vec{r}) &= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r} \\ \vec{E}_{tot}(r) &= \sum \vec{E}_i = \sum \frac{q_i \hat{r}_{i0}}{4\pi\epsilon_0 (r_i - r)^2} \\ \vec{F} &= q\vec{E}\end{aligned}$$

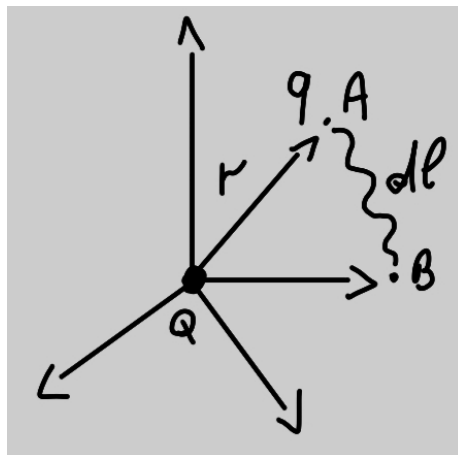
Definizione "operativa" di campo elettrico:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \left[ \frac{N}{C} \right] = \left[ \frac{V}{m} \right]$$

### 0.2.3 Energia elettrostatica

La forza elettrostatica è conservativa? Lo è se:

- L non dipende dal percorso
- L in un percorso chiuso è nullo
- Esiste una funzione di energia potenziale U t.c. L da A-B è uguale a  $-\Delta U$



- $Q$  è la particella che genera il campo elettrico
- $q$  invece è la particella che si sposta da A a B
- $dL = \vec{F} d\vec{l}$
- $dL = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r} d\vec{l}$

$\hat{r} d\vec{l}$  non è nient'altro che la proiezione di  $r$  su  $dl$  ovvero  $dr$   
 Il lavoro da A a B invece equivale all'integrale

$$L_{AB} = \int_A^B dL = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \int_A^B \frac{\hat{r} d\vec{l}}{r^2} = \int_{r_A}^{r_B} \frac{dr}{r^2} 4 = -\frac{1}{r} \Big|_{r_A}^{r_B} \text{ che è uguale a } \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right) = -\Delta U$$

$$U_{caricaq} = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 r} + c$$

L'unità di misura dell'energia potenziale è il Joule [J]

$U_\infty = 0$  perché non ci sono cariche

$$U = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 r} = -(U_\infty - U_r) = -\Delta U$$