

# Lezione\_01

## 1. Elettrostatica

### 1.1. La carica elettrica

#### 1.1.1. Esperimento 1 - Elettizzazione per strofinio



Mettendo il panno vicino alla bacchetta sul sostegno nel momento iniziale, viene mostrato che gli elementi sono neutri, mentre in seguito allo sfregamento hanno acquisito una carica.

Avvicinando una bacchetta di plexiglas a quella sul sostegno (fatta dello stesso materiale) senza che si tocchino, queste si respingono, quindi la bacchetta sul sostegno inizia a ruotare. Avvicinando poi una bacchetta di ebanite, si nota che questa volta si attraggono.

□

#### 1.1.2. Proprietà fondamentale

L'elettromagnetismo è lo studio della fisica cariche elettriche. Ne esistono di due varietà (scelte inizialmente in modo arbitrario): le *cariche positive* e le *cariche negative*.

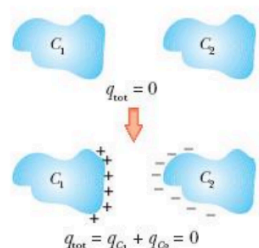
Le cariche dello stesso segno si respingono, mentre quelle di segno opposto si attraggono.

### 1.1.3. Legge di conservazione della carica

In un sistema isolato, *la carica elettrica totale*, cioè la somma delle cariche positive e negative presenti in un qualsiasi istante, *non cambia mai*.

Possono essere create delle particelle cariche, ma questa creazione implica la creazione anche di una carica uguale ma opposta.

Il nostro universo appare come una miscela molto bilanciata di cariche elettriche.



▲ Figura 1.5 Trasferimento di elettroni, per strofinio, da un materiale isolante ad un altro.



P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci  
Elementi di fisica Elettromagnetismo e Onde ed.III  
EdiSES Università

$$q_{tot} = 0$$

### 1.1.4. Quantizzazione della Carica

Tutte le particelle elementari cariche possiedono la stessa carica: la carica elementare

$$e = 1.6022 \cdot 10^{-19} C$$

Particella	Carica (C)	Massa (kg)
Elettrone	$-1.6022 \cdot 10^{-19}$	$9.1094 \cdot 10^{-31}$
Protone	$1.6022 \cdot 10^{-19}$	$1.6726 \cdot 10^{-27}$

#### Nota bene

Esistono i "Quark" con carica frazionaria, ma non possono esistere isolati. Compongono sempre particelle con cariche uguali a multipli interi di  $e$ .

Nel corso tratteremo le particelle cariche come portatrici di cariche dove la loro estensione e la loro struttura si possono considerare trascurabili.

### ! Approfondimento

Il neutrone ha circa la stessa massa del protone e ha carica nulla.

## 1.1.5. Legge di Coulomb

Due cariche elettriche si respingono con una forza che è direttamente proporzionale al prodotto delle intensità delle cariche e inversamente al quadrato della loro distanza.

$$\vec{F}_{21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{21}^2} \hat{r}_{21}$$

La forza è newtoniana:  $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$

$\epsilon_0$  è la *costante dielettrica (o permittività) del vuoto* e ha valore

$$\epsilon_0 = 8.5542 * 10^{-19} \frac{C^2}{Nm^2}$$

La costante  $\epsilon_0$  è molto più "forte" dell'analogia della legge di gravitazione ( $\gamma = 6.67 * 10^{-11}$ ), ma nell'universo le masse dei pianeti sono molto grandi e le cariche in genere sono neutre, perciò la legge di gravità si nota maggiormente.

### 1.1.5.1. Esempio 1.2

L'elettrone e il protone di un atomo di idrogeno si trovano a una distanza media di  $r = 0.53 * 10^{-10} m$ , che coincide con la dimensione dell'atomo.

**Calcolare l'intensità della forza di gravitazione e della forza elettrostatica tra il protone e l'elettrone.**

$$|\vec{F}_e| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} ||\hat{r}|| = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} = 8.2 * 10^{-8} N$$
$$F_g = \gamma \frac{m_e m_p}{r^2} = 3.62 * 10^{-47} N$$

La forza di gravità è trascurabile rispetto alla forza elettrostatica, infatti hanno una differenza di 39 ordini di grandezza.

□

### 1.1.6. Esperimento 2 - Elettroscopio a foglie



Avvicinando una bacchetta elettrizzata ad un elettroscopio scarico, le foglioline divergono per poi richiudersi quando si allontana il corpo elettrizzato.

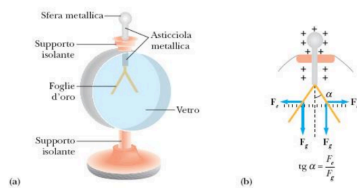
Avviene una repulsione: gli elettroni sul pomello vengono spinti verso il basso, dove sono le foglie, che a loro volta si respingono e si allontanano. In cima al pomello si troverà una carica positiva, mentre in basso una negativa.

Dopo il contatto, l'elettroscopio acquisisce una carica dello stesso segno di quello della bacchetta.

Se il pomello dell'elettroscopio viene toccato mentre la bacchetta è vicina, l'elettroscopio acquisisce una carica con segno opposto a quella della bacchetta.

L'elettroscopio a foglia è stato uno dei primi strumenti per misurare la carica presente sugli oggetti, misurando l'angolo delle foglie (a parità di distanza).

## 1.1.7. Esempio 1.4



◀ Figura 1.4 Elettroscopio a foglie d'oro (o di alluminio) (a); equilibrio delle forze che agiscono sulle foglie di un elettroscopio carico (b).



P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci  
Elementi di fisica Elettromagnetismo e Onde ed.III  
EdiSES Università

Due sferette conduttrici eguali, di massa  $m$  e carica  $q$  sono sospese ciascuna ad un filo lungo  $l$ . In equilibrio i fili sono disposti simmetricamente rispetto alla verticale, ciascuno ad angolo  $\theta$ .

**Calcolare la relazione tra  $q$  e  $\theta$ .**

In questo esercizio il sistema non è un universo isolato in cui solo le due cariche esistono, ma invece posizioniamo le cariche "nei pressi" di un corpo massivo, la Terra. Perciò la forza peso non è trascurabile (nonostante avessimo visto che la differenza degli ordini di grandezza era molto grande).

$$\tan \theta = \frac{F_e}{F_g} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{(2l \sin \theta)^2} \frac{1}{mg} = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 l^2 mg \sin^2 \theta}$$

$\tan \theta \sim \theta$  e  $\sin \theta \sim \theta$  per angoli piccoli, quindi trovo:

$$q \approx \sqrt{mg 16\pi\epsilon_0 l^2 \theta^3}$$