

## Le briciole

la legge di Coulomb

---

Due minuscole briciole hanno una leggera carica elettrostatica: una positiva di  $64 \mu\text{C}$ , l'altra negativa pari a  $36 \mu\text{C}$ . Esse si trovano ad una distanza di  $4 \text{ cm}$  l'una dall'altra. Quale forza agisce tra di loro?

### Analisi

Le due cariche elettriche sono di segno opposto, per cui si attrarranno. Per calcolare l'intensità della forza dobbiamo utilizzare la legge di Coulomb, e possiamo usare i valori assoluti delle cariche dato che conosciamo già il verso della forza stessa.

### Risoluzione

Cominciamo a riscrivere i valori delle cariche elettriche in coulomb, utilizzando per comodità la notazione scientifica. Assegniamo alle cariche anche dei nomi.

$$q_A = 64 \mu\text{C} = 64 \cdot 10^{-6} \text{C} = 6,4 \cdot 10^{-5} \text{C}$$

$$q_B = 36 \mu\text{C} = 36 \cdot 10^{-6} \text{C} = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{C}$$

Anche la distanza va trascritta in metri:

$$r = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Applichiamo adesso la legge di Coulomb, approfittando delle semplificazioni che sono permesse dalle potenze di dieci:

$$F = k_0 \cdot \frac{q_A \cdot q_B}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{6,4 \cdot 10^{-5} \cdot 3,6 \cdot 10^{-5}}{(4 \cdot 10^{-2})^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{23,04 \cdot 10^{-10}}{16 \cdot 10^{-4}} = 9 \cdot 10^9 \cdot 1,44 \cdot 10^{-6} = 12,96 \cdot 10^3 = 1,296 \cdot 10^4 \text{ N}$$

Tra le briciole c'è una forza di attrazione enorme: quasi tredicimila newton, pari al peso di circa cinque tonnellate. Questo risultato è dovuto al fatto che la carica di un coulomb è in realtà enorme, per cui anche solo alcuni microcoulomb corrispondono ad una carica elettrica molto elevata.

## La punta metallica

il campo elettrico

---

Un'asta metallica termina con una punta acuminata, sulla quale si è accumulata una carica positiva pari a 43 nC. Quale campo elettrico è presente a quattro millimetri di distanza? Calcolare poi a quale distanza dalla punta si ha un campo elettrico pari a 85 KN/C.

### Analisi

Il campo elettrico che si trova intorno alla punta decresce rapidamente con l'aumentare della distanza. Alla prima domanda si risponderà utilizzando la formula diretta del campo E, mentre per calcolare la seconda distanza dovremo usare una formula inversa.

### Risoluzione

Esprimiamo tutti i dati nella loro unità di misura fondamentale con l'aiuto delle potenze di dieci:

$$Q = 43 \text{ nC} = 43 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

$$r = 4 \text{ mm} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$E_2 = 85 \text{ KN/C} = 85 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

Ora applichiamo la legge del campo elettrico alla distanza di quattro millimetri:

$$E_1 = k_0 \cdot \frac{Q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{43 \cdot 10^{-9}}{(4 \cdot 10^{-3})^2} = 9 \cdot \frac{43}{16 \cdot 10^{-6}} = 24,1875 \cdot 10^6 = 24187500 \text{ N/C}$$

Il campo elettrico richiesto dalla seconda domanda è molto minore, per cui dobbiamo aspettarci di trovarlo ad una distanza molto maggiore di quattro millimetri. Applichiamo la formula inversa:

$$r = \sqrt{k_0 \cdot \frac{Q}{E_2}} = \sqrt{9 \cdot 10^9 \cdot \frac{43 \cdot 10^{-9}}{85 \cdot 10^3}} = \sqrt{9 \cdot \frac{43}{85} \cdot 10^{-3}} = \sqrt{0,004553} = 0,06748 \text{ m}$$

In conclusione, alla distanza di quattro millimetri dalla punta metallica si ha un campo elettrico pari a più di 24 milioni di newton al coulomb. Per trovare un campo di 85 KN/C dobbiamo allontanarci fino ad una distanza di circa 6,7 centimetri.

## Il condensatore

il campo elettrico

---

Un condensatore è costituito da due piastre metalliche messe ad una distanza di dodici millimetri. Quale campo elettrico c'è tra le due piastre se la differenza di potenziale ai capi del condensatore ha un valore di 1350 V? E quale forza subisce una particella con carica pari a 70  $\mu\text{C}$  che si trova all'interno di questo condensatore?

### Analisi

In un condensatore piano come quello di questo esercizio il campo elettrico può essere considerato uniformemente distribuito tra le piastre (le "armature" del condensatore). Il valore del campo elettrico è legata alla tensione sulle armature e alla loro distanza. La seconda domanda riguarda semplicemente la forza elettrostatica.

### Risoluzione

Innanzitutto, alcuni dati del problema non sono espressi nella loro unità di misura fondamentale.

$$d = 12 \text{ mm} = 12 \cdot 10^{-3} = 0,012 \text{ m}$$

$$q = 70 \mu\text{C} = 70 \cdot 10^{-6} = 0,00007 \text{ C}$$

Il campo elettrico si può calcolare in questo modo:

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{1350}{0,012} = 112500 \text{ N/C}$$

Ora possiamo calcolare la forza elettrostatica sulla carica che si è malauguratamente trovare tra le armature del condensatore:

$$F = E \cdot q = 112500 \cdot 0,00007 = 7,875 \text{ N}$$

Il campo elettrico all'interno del condensatore vale 112,5 KN/C; la carica da 70  $\mu\text{C}$  subisce una spinta pari a 7,875 newton.

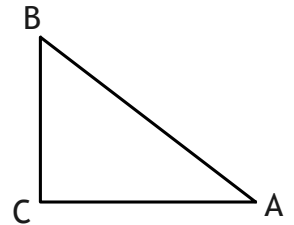
## Il triangolo

il campo elettrico

Due cariche elettriche si trovano sugli angoli acuti di un triangolo rettangolo i cui cateti misurano 24 cm e 32 cm. La carica sul cateto più lungo misura  $5 \mu\text{C}$ , l'altra misura  $780 \text{ nC}$ . Calcolare il campo elettrico totale sull'angolo retto del triangolo.

### Analisi

Analizzando la situazione con un disegno, notiamo che nel punto C esistono due campi elettrici sovrapposti, i cui vettori sono perpendicolari tra loro. Si dovranno calcolare i due campi elettrici separatamente, per poi farne la somma vettoriale.



### Risoluzione

Facendo attenzione alle differenti unità di misura, calcoliamo i due campi elettrici.

$$E_A = k_0 \cdot \frac{Q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6}}{0,32^2} = 9 \cdot \frac{5}{0,1024} \cdot 10^3 = 439,453 \cdot 10^3 = 439453 \text{ N/C}$$

$$E_B = k_0 \cdot \frac{Q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{780 \cdot 10^{-9}}{0,24^2} = 9 \cdot \frac{780}{0,0576} = 121875 \text{ N/C}$$

A questo punto, per calcolare il campo elettrico totale, bisogna sommare vettorialmente i due campi appena calcolati. Dato che i vettori sono perpendicolari tra loro, secondo la regola del parallelogramma per la somma vettoriale bisogna utilizzare il teorema di Pitagora.

Essendo i valori piuttosto alti, ci possiamo facilitare le cose utilizzando la notazione scientifica.

$$E_A = 439853 = 4,39853 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

$$E_B = 121875 = 1,21875 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

$$E_{\text{tot}} = \sqrt{(4,39853 \cdot 10^5)^2 + (1,21875 \cdot 10^5)^2} = \sqrt{19,3119 \cdot 10^{10} + 1,48535 \cdot 10^{10}}$$

$$E_{\text{tot}} = \sqrt{20,7972 \cdot 10^{10}} = 4,56040 \cdot 10^5 = 456040 \text{ N/C}$$

Sull'angolo retto del triangolo c'è un campo elettrico totale di 456040 newton al coulomb.