

Il moto di una carica in un campo magnetico uniforme

La forza di Lorentz, che agisce su una carica puntiforme q in moto, ha sempre direzione perpendicolare alla velocità vettoriale con cui si muove la carica e, quindi, al suo spostamento istantaneo (figura a lato).

Ciò significa che il lavoro W compiuto da \vec{F}_q sulla carica è sempre nullo:

$$W = 0.$$

Il teorema dell'energia cinetica afferma che la variazione di energia cinetica $\Delta K = K_f - K_i$ di un punto materiale è uguale al lavoro W delle forze che agiscono su di esso.

Nel caso della forza di Lorentz abbiamo

$$\Delta K = W = 0.$$

Quindi l'energia cinetica della carica puntiforme non cambia. Ciò significa che

la forza di Lorentz non può cambiare il valore della velocità di una carica.

Modifica invece la direzione del vettore velocità.

■ Moto con velocità perpendicolare a un campo \vec{B} uniforme

Consideriamo, come nella figura della pagina precedente, una carica puntiforme q positiva che si muove in un campo magnetico uniforme \vec{B} con una velocità \vec{v} perpendicolare alle linee del campo. Si dimostra che

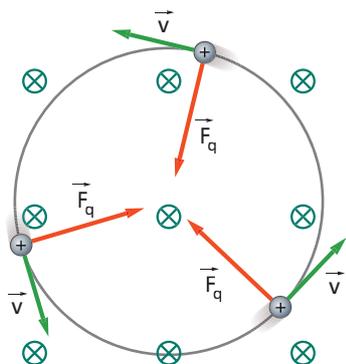
sotto le condizioni dette, la carica puntiforme q si muove di moto circolare uniforme.

Infatti, il moto è *uniforme* perché, come abbiamo visto in precedenza, il modulo di \vec{v} è costante. Inoltre, se \vec{B} è uniforme e perpendicolare a \vec{v} , la forza \vec{F}_q :

- è sempre perpendicolare a \vec{v} ;
- è perpendicolare a \vec{B} , per cui è contenuta nel piano della figura;
- ha un valore costante dato da $F_q = qvB$.

Quindi \vec{F}_q ha le proprietà della forza centripeta che, in un moto circolare uniforme, è sempre perpendicolare alla velocità del punto materiale, ha modulo costante e varia in modo da rimanere sempre nello stesso piano, che è quello in cui avviene il moto circolare stesso (figura a lato).

Si tratta della stessa cosa che accade a un satellite in orbita circolare attorno alla Terra. La forza di gravità ha modulo costante, è in ogni punto perpendicolare alla velocità (il cui valore rimane, a sua volta, costante) ed è sempre contenuta nel piano dell'orbita.



■ Il raggio della traiettoria circolare

Possiamo ora calcolare il raggio r della traiettoria circolare descritta da una particella puntiforme di massa m e carica q che si muove in un campo \vec{B} uniforme, con una velocità \vec{v} perpendicolare a esso. La forza di Lorentz

$$F_q = qvB$$

fornisce la forza centripeta del moto, che ha forma generale

$$F_c = m \frac{v^2}{r}.$$

Uguagliando le ultime due espressioni otteniamo

$$qvB = m \frac{v^2}{r},$$

da cui possiamo isolare r , che risulta

$$r = \frac{mv}{qB}$$

Il raggio dell'orbita circolare è direttamente proporzionale alla massa della particella e alla sua velocità, inversamente proporzionale alla sua carica e al campo magnetico presente.

DOMANDA

Un protone con una velocità di $3,4 \times 10^6$ m/s entra in un campo magnetico con un'intensità di $7,7 \cdot 10^{-2}$ T, in direzione perpendicolare alle linee di campo.

► Calcola il raggio della circonferenza descritta dal protone.

Quantità di moto

Il prodotto mv non è altro che la quantità di moto della particella.

ESERCIZI

1 Cancellate le alternative sbagliate.

La forza magnetica che si esercita su una carica in moto circolare uniforme all'interno di un campo magnetico ha le proprietà di una forza *centripeta/tangenziale* ed è sempre *perpendicolare/parallela* alla direzione della velocità.

2 Pensa come un fisico.

Un elettrone e un protone che viaggiano alla stessa velocità entrano in un campo magnetico uniforme, in direzione perpendicolare al campo.

► Descrivi cosa succede alle traiettorie delle due particelle.

3 Una particella α , composta da due protoni e due neutroni, si muove alla velocità di $1,0 \times 10^6$ m/s ed entra in un campo magnetico uniforme, perpendicolare alla direzione di moto della particella e di intensità pari a 0,12 T.

► Calcola il raggio della circonferenza descritta dalla particella.

[17 cm]

4 Un elettrone che si muove alla velocità di $1,0 \times 10^5$ m/s entra in un campo magnetico perpendicolare alla direzione di moto. Si vuole che l'elettrone compia traiettorie circolari di raggio non superiore a 10 cm.

► Come deve essere regolata l'intensità del campo magnetico?

[$B \geq 5,7 \times 10^{-6}$ T]

5 Un elettrone e un protone vengono introdotti contemporaneamente, e con la stessa velocità, in un campo magnetico uniforme diretto perpendicolarmente alla direzione della velocità delle particelle.

► Calcola il rapporto r_p/r_e tra i raggi delle traiettorie descritte dalle due particelle.

[$1,84 \times 10^3$]