

PROGETTO DI FISICA

2004/2005

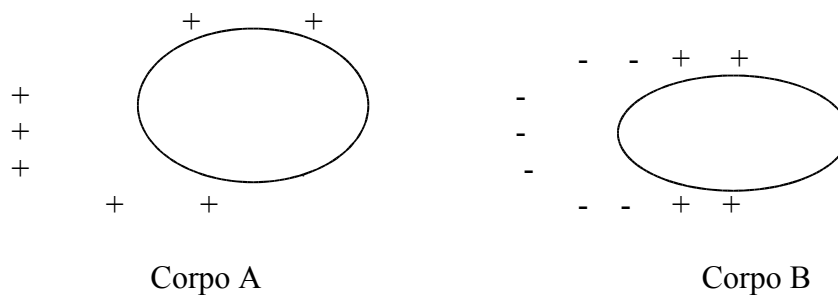
CAMPO ELETTRICO E CAMPO MAGNETICO

Autore
Aleo Giacomo Luca
5H – A.s. 2004/2005

ANALOGIE E DIFFERENZE

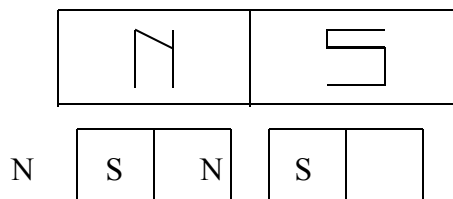
1)

CAMPO ELETTRICO



Il corpo B è elettrizzato per induzione. Se si taglia, una parte rimane carica positivamente, l'altra negativamente. Se si elimina A le due parti di B rimangono cariche, una positivamente, l'altra negativamente. Da ciò si evince che **le cariche di segno opposto si possono dividere**

CAMPO MAGNETICO



Nel campo magnetico **non si possono separare le cariche nord da quelle sud**

2)

CAMPO ELETTRICO

L'elemento per vedere se c'è un campo elettrico è la **carica di prova q_{prova}**

$$E = \frac{F}{q_{\text{prova}}}$$

CAMPO MAGNETICO

L'elemento per vedere se c'è un campo magnetico è **l'aghetto magnetico**

L'aghetto:

- è costituito da **2 punte** (N e S).
- subisce un ***momento*** (due forze che lo fanno ruotare) fino a che si ferma per inerzia. Nel punto A c'è un campo magnetico **diretto secondo l'asse NS**. Per convenzione **il verso va da S a N** (magnetico non geografico)

3)

Anche nel campo magnetico, come nel campo elettrico, si usa la **rappresentazione tramite le linee di forza**

MOTO DI UNA PARTICELLA IN UN CAMPO ELETTRICO

Sappiamo che mettendo una carica positiva q chiamata carica di prova o carica esploratrice in un punto vicino all'oggetto carico si manifesta un vettore campo elettrico (nella figura a lato) definito dalla formula

$$E = \frac{F}{q} \quad \text{da cui} \quad F = E q$$

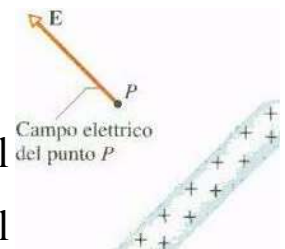
Sappiamo inoltre dalla seconda legge di Newton che

$$F = m a$$

Eguagliando le due formule ottenute

$$m a = E q \quad \text{da cui} \quad a = \frac{E q}{m}$$

formula che ci servirà in seguito.



Dopo questa lunga premessa siamo pronti per analizzare il movimento della nostra particella. Immaginiamo che al momento dell'entrata nel campo elettrico la nostra particella, di massa m e carica q , si stia muovendo di moto rettilineo uniforme e sia neutra. Per comodità dividiamo il moto nelle sue due componenti. Lungo l'asse delle ascisse la particella continuerà ad avere un moto rettilineo uniforme determinato dalla formula

$$x = v t$$

Lungo l'asse delle ordinate avremo un moto uniformemente accelerato

$$y = \frac{1}{2} a t^2$$

Sostituendo adesso il tempo ricavatoci dall'equazione del moto rettilineo uniforme nell'equazione del moto uniformemente accelerato e l'accelerazione che avevamo trovato all'inizio avremo

$$y = \frac{E q x^2}{2 m v^2}$$

Essendo $\frac{E q}{2 m v^2}$ una quantità nota avremo che

$y = k x^2$ che risulta essere un **moto parabolico**.

Concludiamo con due osservazioni riguardanti la particella appena uscita dal campo elettrico:

1. Il suo moto tornerà ad essere rettilineo uniforme
2. Tornerà ad essere neutra

MOTO DI UNA PARTICELLA IN UN CAMPO MAGNETICO

Se una particella P, di massa m e carica q , si muove secondo una direzione parallela ad un campo magnetico uniforme, il suo moto sarà **rettilineo uniforme** in quanto la forza di Lorentz sarà nulla. Infatti

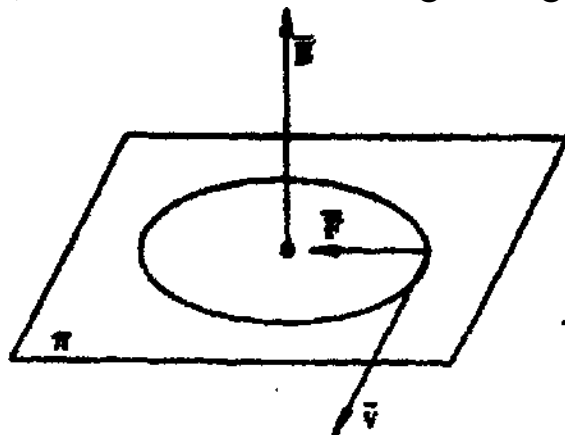
$$F = q v B \sin 0^\circ = 0$$

Inoltre dalla seconda legge di Newton

$$F = m a \rightarrow m a = 0 \text{ dato che la massa è sempre maggiore di zero}$$

$a = 0$ quindi il moto è rettilineo uniforme

Consideriamo adesso un campo magnetico B uniforme ed la stessa particella che si muove inizialmente con velocità v giacente su un piano π perpendicolare a B , come illustrato nella figura seguente:



Il suo moto sarà **circolare uniforme**. Avremo una forza di Lorentz pari a

$$F = q v B \sin 90^\circ = q v B$$

Un'importante considerazione da fare è che la forza di Lorentz riesce a cambiare la direzione della velocità v della particella ma non il modulo (in quanto la forza è ortogonale allo spostamento e quindi non compie lavoro)

Avremo quindi per il tipo di moto un'accelerazione centripeta

$$a = \frac{v^2}{r}$$

Sapendo che $F = q v B$

E che per la seconda legge di Newton $F = m a = m \frac{v^2}{r}$

eguagliando le formule avremo che

$$q v B = m \frac{v^2}{r} \quad \rightarrow \quad r = \frac{m v}{q B}$$

In base a questa espressione il raggio di curvatura dipende, a parità di velocità e di campo magnetico, dalla massa e dalla carica della particella:

questo significa che particelle meno cariche ma con massa minore si muovono sulle stesse traiettorie.

Osserviamo inoltre che il moto avviene con velocità angolare non solo costante (per cui come abbiamo detto è un moto circolare uniforme) ma anche indipendente dalla velocità v : infatti, la velocità angolare, in base alla semplice definizione, vale

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{q B}{m}$$

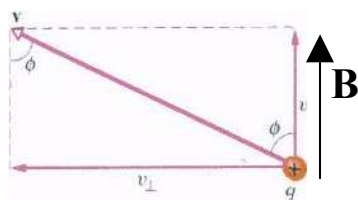
Ovviamente, da qui discende che anche il periodo di rivoluzione T (cioè il tempo necessario affinché il corpo compia un giro completo) è indipendente dalla velocità v . Questo implica che una stessa particella, lanciata con diverse velocità, percorre un giro completo (sia pur su circonferenze su raggio diverso) nello stesso tempo. Infatti

$$T = \frac{2 \pi r}{v} = \frac{2 \pi}{v} \frac{m v}{q B} = \frac{2 \pi m}{q B}$$

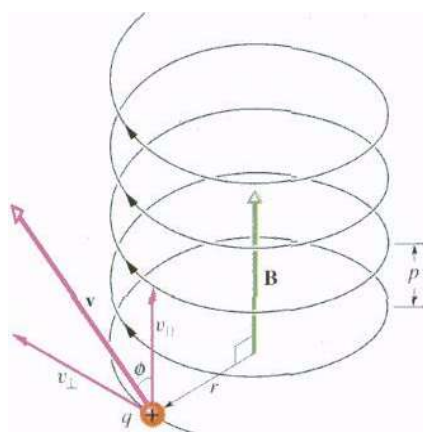
Stesso discorso riguarda per la frequenza di rivoluzione (numero di effettuati nell'unità di tempo)

$$f = \frac{1}{T} = \frac{q B}{2 \pi m}$$

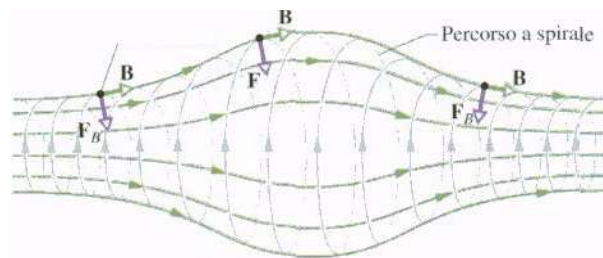
Ricordiamo prima di concludere, che la traiettoria sulla quale viene deviata la particella carica è una circonferenza solo nel caso in cui il campo magnetico (uniforme) e la velocità iniziale della particella siano fra loro ortogonali. Nel caso più generale di campo magnetico e velocità non necessariamente ortogonali, il moto della particella sarà **elicoidale**.



Nella figura soprastante una particella si muove in un campo magnetico e la sua velocità forma un angolo ϕ con la direzione del campo



In quest'altra figura la particella segue un percorso a elica di raggio r e passo p



In quest'ultima figura abbiamo una particella carica in moto a spirale in un campo non omogeneo. (la particella resta intrappolata, procedendo con moto a spirale avanti e indietro tra le regioni di forte campo magnetico poste a entrambe le estremità)