



STUDENTI:

Maugeri Chiara Pia

Serrentino Ramona

Cutuli Giorgia Maria

CLASSE:

V B

V B

V B

DOCENTI: prof. Melita Augusto Luciano
prof. Mangiagli Abramo

PROGETTO LAUREE SCIENTIFICHE
ISTITUTO D'ISTRUZIONE STATALE
"FILIPPO BRUNELLESCHI" DI ACIREALE
SEZ. LICEO ARTISTICO

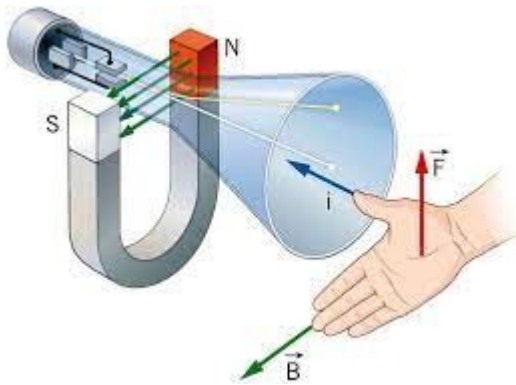
A. S. 2021/2022

SIMULAZIONE CON NETLOGO DEL MOTO DI UNA CARICA IN UN CAMPO MAGNETICO UNIFORME

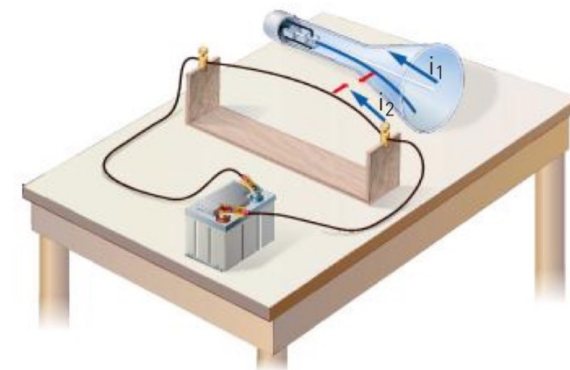
LA FORZA DI LORENTZ

Un filo percorso da corrente genera un campo magnetico e risente di un campo magnetico esterno. Se sostituiamo un filo percorso da corrente con un fascio catodico, possiamo effettuare il seguente esperimento:

- Osserviamo che il fascio è deviato dal campo magnetico secondo la stessa regola della mano destra che vale per un filo quindi, le cariche elettriche in movimento sono soggette alla forza magnetica e non importa se siano contenute o meno in un filo metallico.



- Affianchiamo ora al tubo catodico un filo percorso da corrente, facendo in modo che la corrente costituita dal fascio catodico e quella del filo abbiano lo stesso verso: le due correnti si attraggono, proprio come avviene in due fili percorsi da correnti equiverse.

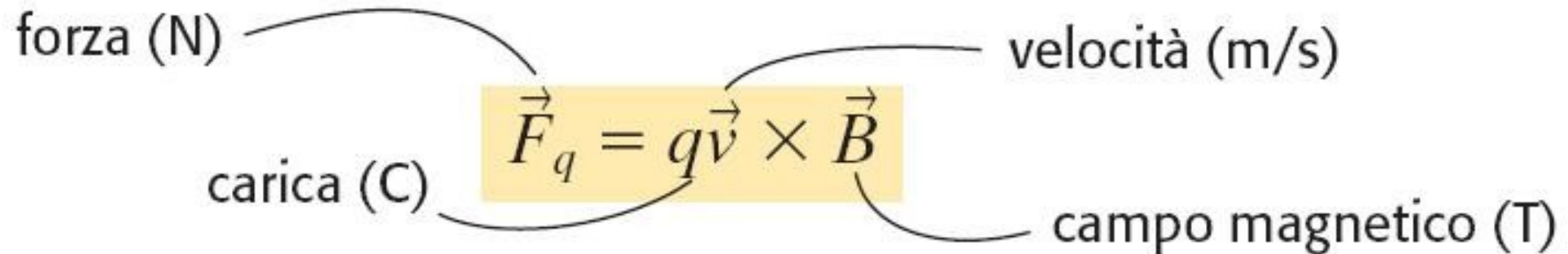


Tramite quest'esperienza possiamo affermare che:

Il campo magnetico è generato da cariche elettriche in movimento e, a loro volta, delle cariche elettriche in movimento sono soggette a forze quando si trovano in un campo magnetico.

FORZA DI LORENTZ: LA FORZA MAGNETICA SU UNA CARICA IN MOVIMENTO

La formula che definisce la forza di Lorentz:



The diagram shows the Lorentz force formula $\vec{F}_q = q\vec{v} \times \vec{B}$ centered on a yellow background. Four labels are connected to the formula by curved arrows: 'forza (N)' points to \vec{F}_q , 'carica (C)' points to q , 'velocità (m/s)' points to \vec{v} , and 'campo magnetico (T)' points to \vec{B} .

forza (N)

carica (C)

velocità (m/s)

campo magnetico (T)

$$\vec{F}_q = q\vec{v} \times \vec{B}$$

IL MOTO DI UNA CARICA IN UN CAMPO MAGNETICO UNIFORME

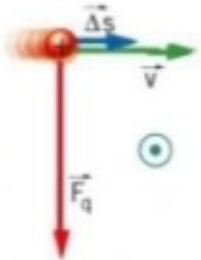
La forza di Lorentz, che agisce su una carica puntiforme in moto in un campo magnetico, ha sempre direzione perpendicolare alla velocità vettoriale della carica e quindi al suo spostamento istantaneo.

Ciò significa che il lavoro compiuto dalla forza di Lorentz sulla carica è sempre nullo.

Il teorema dell'energia cinetica afferma che la variazione dell'energia cinetica di un punto materiale è uguale al lavoro della forza totale che agisce su di esso. Nel caso della forza di Lorentz si ha:

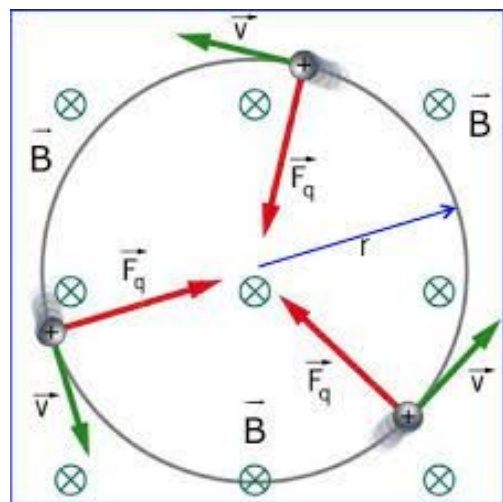
$$\Delta K = W = 0$$

Ciò significa che la forza di Lorentz non può cambiare il modulo della velocità di una particella carica; essa modifica, invece, la direzione del suo vettore velocità.



MOTO DI UNA CARICA CON VELOCITÀ PERPENDICOLARE AD UN CAMPO MAGNETICO UNIFORME

In un campo magnetico uniforme, una particella carica con velocità iniziale perpendicolare alle linee di campo compie un moto circolare uniforme.



- Come abbiamo visto prima la forza di Lorentz è sempre perpendicolare alla velocità della particella, per cui lascia invariato il modulo della sua velocità.
- Inoltre la forza agente sulla particella è perpendicolare al campo magnetico. Di conseguenza, la forza di Lorentz non accelera mai la particella in direzione parallela al campo e il vettore velocità, che è perpendicolare al campo all'inizio, resta perpendicolare ad esso in ogni istante.
- In altri termini, essendo il campo magnetico uniforme, la forza di Lorentz e la velocità giacciono sempre sullo stesso piano: quello perpendicolare al campo magnetico.
- Dalle due precedenti proprietà segue la terza: il modulo della forza di Lorentz è costante e dato da $\mathbf{F}_q = q\mathbf{v}\mathbf{B}$. Infatti i vettori della velocità e del campo magnetico formano sempre un angolo di 90° e hanno, entrambi, modulo costante.

IL RAGGIO DELL'ORBITA E LA FREQUENZA DI CICLOTRONE

- Poiché la forza di Lorentz rappresenta la forza centripeta del moto della carica q , vale la relazione:

$$F_q = mv^2/r$$

che esprime la seconda legge di Newton applicata al moto circolare in cui l'accelerazione centripeta $a_c = v^2/r$, quindi dall'uguaglianza $qvB = mv^2/r$, possiamo ricavare il raggio dell'orbita circolare percorsa dalla particella carica nel campo magnetico:

$$r = mv/qB$$

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

IL RAGGIO DELL'ORBITA E LA FREQUENZA DI CICLOTRONE

- La velocità angolare ω è data dal rapporto v/r , utilizzando la precedente formula del raggio otteniamo che:

$$\omega = qB/m$$

che divisa per 2π ci fornisce la frequenza del moto circolare della carica, detta frequenza di ciclotrone:

$$f_c = qB/2\pi m$$

Si nota che la frequenza non dipende dalla velocità della particella. Le particelle veloci si muovono su circonferenze di grande raggio e quelle lente su circonferenze di piccolo raggio, ma tutte impiegano lo stesso tempo T (periodo) per compiere un giro completo nel campo.

LA SIMULAZIONE CON NETLOGO

NetLogo



- Abbiamo utilizzato l'ambiente di programmazione NetLogo per simulare il moto di una carica elettrica in un campo magnetico uniforme perpendicolare alla velocità della carica, modificando opportunamente il programma che è stato sviluppato e spiegato durante l'attività di laboratorio on-line, da noi seguita per il Progetto Lauree Scientifiche della Facoltà di Fisica dell'Università di Catania.
- Il programma, attraverso l'interfaccia, accetta le varie variabili di input: carica (in unità di 10^{-20} C), massa (in unità di 10^{-29} kg) e velocità (in unità di km/s) della particella, intensità del campo magnetico perpendicolare al piano dell'orbita circolare (unità mT, milliTesla).
- Con opportuni monitor fornisce i due risultati fondamentali (raggio dell'orbita in mm e frequenza di ciclotrone in MHz). Inoltre viene rappresentata graficamente l'orbita percorsa dalla particella e un monitor del tempo, opportunamente tarato, fornisce il tempo reale del ciclo orbitale della particella in unità di 10^{-8} s.



LA SIMULAZIONE CON NETLOGO

SCHERMATA DI UNA ESECUZIONE DEL PROGRAMMA

grandezza	Valore
Carica	$3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$
Campo B	8 mT
massa	$8,09 \times 10^{-27} \text{ kg}$
velocità	40 km/s
Raggio orbita	126,41 mm
Frequenza di Ciclotrone	0,05 MHz ($T=2000 \times 10^{-8} \text{ s}$)



LA SIMULAZIONE CON NETLOGO

SCHERMATA DI UNA ESECUZIONE DEL PROGRAMMA

The screenshot shows the NetLogo interface for a simulation. The main window displays a blue field with a red square and a yellow circle. The left sidebar contains several sliders and buttons: SETUP, START, choose-equations (Trajectory equati...), valorecarica (48 10^{-20} C), intensitaB (10 mT), massa (400 10^{-29} kg), Initial-Velocity (50 km/s), RAGGIO E FREQUENZA DI CICLOTRONE (raggio-mm: 41.67, ciclfreq-MHz: 0.191), Angle (0), uscitax (400), and dt (0.10). The top toolbar includes Edit, Delete, Add, a button labeled 'abc Buton', a speed slider (normal speed), view updates (checked), and Settings... The Command Center at the bottom shows 'observer >'. A data monitor on the right shows a list of values, with 'tempo x 10⁻⁸ s' highlighted at 538.38.

grandezza	Valore
Carica	$4,8 \times 10^{-19}$ C
Campo B	10 mT
massa	$4,00 \times 10^{-27}$ kg
velocità	50 km/s
Raggio orbita	41,67 mm
Frequenza di Ciclotrone	0,191 MHz ($T = 523 \times 10^{-8}$ s)



LA SIMULAZIONE CON NETLOGO

SCHERMATA DI UNA ESECUZIONE DEL PROGRAMMA

powered by NetLogo

motocaricainB-2Dversione2_2

Mode: Interactive Commands and Code: Bottom

model speed

ticks:

choose-equations
Trajectory equat

valorecarica 32 10^{-20} C

intensitaB 10 mT

massa 664 10^{-29} kg

Initial-Velocity 40 km/s

RAGGIO E FREQUENZA DI CICLOTRONE

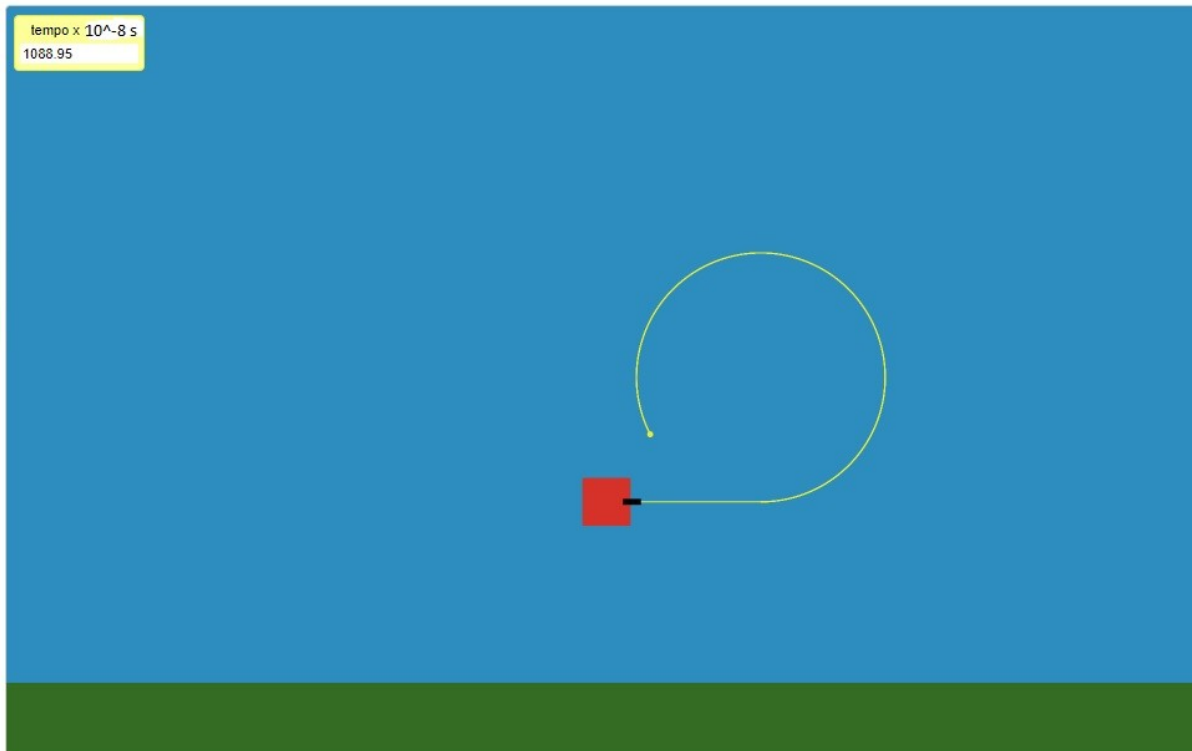
raggio-mm 83 ciclfreq-MHz 0.077

Angle 0

uscitax 400

dt 0.1

waiting-time 0



1083.3	8.19	47.06
1083.47	8.22	46.99
1083.65	8.25	46.93
1083.83	8.28	46.87
1084	8.31	46.8
1084.18	8.34	46.74
1084.36	8.37	46.68
1084.53	8.4	46.62
1084.71	8.43	46.55
1084.89	8.46	46.49
1085.06	8.49	46.43
1085.24	8.52	46.36
1085.42	8.55	46.3
1085.59	8.58	46.24
1085.77	8.62	46.18
1085.95	8.65	46.11
1086.12	8.68	46.05
1086.3	8.71	45.99
1086.48	8.74	45.93
1086.65	8.77	45.86
1086.83	8.8	45.8
1087.01	8.83	45.74
1087.18	8.87	45.68
1087.36	8.9	45.61
1087.54	8.93	45.55
1087.71	8.96	45.49
1087.89	8.99	45.43
1088.06	9.02	45.37
1088.24	9.05	45.3
1088.42	9.09	45.24
1088.59	9.12	45.18
1088.77	9.15	45.12
1088.95	9.18	45.05

grandezza	Valore
Carica	$3,2 \times 10^{-19}$ C
Campo B	10 mT
massa	$6,64 \times 10^{-27}$ kg
velocità	40 km/s
Raggio orbita	83 mm
Frequenza di Ciclotrone	0,077 MHz ($T = 1298 \times 10^{-8}$ s)