






## IDEE PER UNA LEZIONE DIGITALE

PARAGRAFO	CONTENUTO	DURATA (MINUTI)
1. La forza di Lorentz	 <b>ESPERIMENTO VIRTUALE</b> La forza di Lorentz Gioca, misura, esercitati	
3. Il moto di una carica in un campo magnetico uniforme	 <b>ANIMAZIONE</b> Il moto di una carica in un campo magnetico uniforme	1,5
4. Applicazioni sperimentali del moto delle cariche nel campo magnetico	 <b>IN LABORATORIO</b> Misura della carica specifica dell'elettrone	2
8. Le proprietà magnetiche dei materiali	 <b>ANIMAZIONE</b> Le sostanze ferromagnetiche	1,5
	 <b>ANIMAZIONE</b> Le sostanze diamagnetiche e paramagnetiche	2,5
 <b>MAPPA INTERATTIVA</b>	 <b>IN 3 MINUTI</b> • La forza magnetica di Lorentz <b>20 TEST INTERATTIVI SU ZTE CON FEEDBACK</b> «Hai sbagliato, perché...»	

## VERSO IL CLIL

 <b>FORMULAE IN ENGLISH</b>	 <b>AUDIO</b>
<b>Lorentz force</b> $\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$	The force on a point charge due to an electromagnetic field equals the electric charge $q$ of the particle multiplied by the vector product of the instantaneous velocity $\vec{v}$ of the particle and the magnetic field $\vec{B}$ .
<b>Faraday-Neumann law</b> $f_{em} = - \frac{\Delta\Phi(\vec{B})}{\Delta t}$	When a circuit, whose material does not change over time, is subjected to a constant magnetic field, an electromotive force is induced which is equal to the change in the magnetic flux over time. The induced EMF opposes the change in the magnetic flux hence the minus sign.
<b>Gauss' law for a magnetic field</b> $\Phi_{\Omega}(\vec{B}) = 0$	The magnetic flux through a closed surface $\Omega$ is zero. [The law is often referred to as a statement of the “absence of free magnetic poles”.]
<b>Generalised Ampere's law</b> $C_{\Gamma}(\vec{B}) = \mu_0 \left( \sum_i I_i + \epsilon_0 \frac{\Delta\Phi(\vec{E})}{\Delta t} \right)$	For an electric field that varies with time the circulation of the magnetic field around a closed path $\Gamma$ is equal to the product of the magnetic permeability $\mu_0$ of free space and the sum of the currents that penetrate through the surface bounded by the path $\Gamma$ and the displacement current: the product of the permittivity of free space $\epsilon_0$ and the rate of change of electric flux through the surface bounded by the path $\Gamma$ .

 QUESTIONS AND ANSWERS

 AUDIO

► Describe the force on a moving charge in a magnetic field.

The force  $\vec{F}$  on a charge moving with velocity  $\vec{v}$  in a magnetic field  $\vec{B}$  is equal to the charge  $q$  multiplied by the cross product of vectors  $\vec{v}$  and  $\vec{B}$ . The direction of  $\vec{F}$  is given by the right-hand rule in its traditional form: the index finger points in the direction of  $\vec{v}$ , the middle finger at a right angle to the index finger points in the direction of  $\vec{B}$ , and the force on a positive charge is given by the thumb at right angles to the index and middle fingers. The force  $\vec{F}$  on a negative charge will point in the opposite direction to the thumb. The magnitude of the force is given by  $F = qvB\sin(\theta)$  and is zero when  $\vec{v}$  and  $\vec{B}$  are parallel.

► What is a cloud chamber?

A cloud chamber is a sealed container containing a supersaturated vapour. When a charged particle enters the chamber it leaves a path of ionised molecules around which other molecules condense to form a visible trace. When a magnetic field is applied across the chamber, the direction of deflection of the charged particle and hence the charge on the particle can be measured. The radius of the curvature of the particle's trace can be used to measure its momentum and energy.

► Which law applies for a point charge in the presence of both electric and magnetic fields?

For a point charge  $q$  moving with velocity  $\vec{v}$  in the presence of both an electric field  $\vec{E}$  and a magnetic field  $\vec{B}$  the force on the charge is given by the Lorentz force  $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$ . This tells us that the electric component of the force acts in the direction of  $\vec{E}$  and the magnetic component perpendicular to  $\vec{B}$ , and that  $\vec{E}$  exerts a force on the charge either when it is stationary or in motion, whilst  $\vec{B}$  only acts when the charge is in motion. The Lorentz force is the basis of the definitions of  $\vec{E}$  and  $\vec{B}$  and describes the  $\vec{E}$  and  $\vec{B}$  fields also in the absence of a test charge, it is the force that the test charge *would* experience if it were there to experience the force.

► How did J.J. Thomson measure the  $e/m$  ratio of an electron?

In his 1899 experiment, J.J. Thomson arranged electric and magnetic fields such that their opposing but balanced forces acted on the “cathode rays” from an electron gun without deviating them. From the Lorentz force  $Ee = eBv$  and  $v = E/B$  for this balanced case. Then the magnetic field was removed and the deviation of the spot where the “cathode rays” struck a phosphorescent screen was measured. This deviation was caused just by the electric field. Thomson treated it similarly to a bullet projected horizontally with velocity  $v$  and falling under gravity. In the equation  $d = 1/2 gt^2$ ,  $g$  equals  $Ee/m$  and  $t$  equals  $\ell/v$  where  $\ell$  is the path length and  $v$  the velocity measured earlier. Substituting these values into the equation for  $d$  and rearranging the terms gives  $\frac{e}{m} = \frac{2d}{E} \frac{v^2}{\ell^2}$ . By measuring the displacement of the dot on the screen Thomson measured  $e/m$  and deduced that the rays were particles – electrons.

## PROBLEMI MODELLO, DOMANDE E PROBLEMI IN PIÙ

### 1 LA FORZA DI LORENTZ

**5** ★★★ Un protone si muove in un campo magnetico uniforme di intensità  $1,0 \times 10^{-2}$  T, in una direzione perpendicolare a quella del campo magnetico. Sul protone agisce una forza di modulo  $1,6 \times 10^{-16}$  N.

- ▶ Calcola il modulo della velocità del protone.

$$[1,0 \times 10^5 \text{ m/s}]$$

### 2 FORZA ELETTRICA E MAGNETICA

**14** ★★★ A charged particle is moving without deflections in a space region where an electric field of intensity  $3,5 \times 10^2$  V/m and a magnetic field of intensity 0,25 T act in perpendicular directions.

- ▶ Calculate the speed of the particle.

$$[1,4 \times 10^3 \text{ m/s}]$$

### 3 IL MOTO DI UNA CARICA IN UN CAMPO MAGNETICO UNIFORME

**24** ★★★ 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?

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

### 4 APPLICAZIONI SPERIMENTALI DEL MOTO DELLE CARICHE NEL CAMPO MAGNETICO

**37** ★★★ Un fascio di particelle contiene due isotopi dello stesso elemento. Tutte le particelle hanno la stessa velocità e incidono perpendicolarmente su un sottile schermo. Le particelle attraversano una zona dove è presente un campo magnetico uniforme e perpendicolare alla direzione del fascio. Gli isotopi più leggeri descrivono una traiettoria di raggio  $r_1 = 1,0$  m. Gli isotopi più pesanti

descrivono invece una traiettoria circolare di raggio  $r_1 + \Delta r$  con  $\Delta r = 10$  cm. La massa dell'isotopo più leggero è  $m = 1,7 \times 10^{-25}$  kg, mentre  $m + \Delta m$  è la massa dell'isotopo più pesante.

- ▶ Calcola il valore della differenza  $\Delta m$  fra le masse dei due isotopi.

$$[1,7 \times 10^{-26} \text{ kg}]$$

### 5 IL FLUSSO DEL CAMPO MAGNETICO

**46** ★★★ Una lamina rettangolare, i cui lati misurano 6,5 cm e 8,4 cm, è immersa in un campo magnetico. Il flusso magnetico attraverso la lamina vale  $6,2 \times 10^{-5}$  Wb e i vettori  $\vec{B}$  e  $\vec{S}$  formano tra di loro un angolo di  $42^\circ$ .

- ▶ Calcola l'intensità del campo magnetico.

$$[1,5 \times 10^{-2} \text{ T}]$$

**47** ★★★ Una bobina costituita da 25 spire circolari di raggio 4,0 cm viene immersa in un campo magnetico di intensità  $0,5 \times 10^{-2}$  T in modo che la superficie delle spire sia perpendicolare alla direzione delle linee del campo. In seguito la bobina viene ruotata di  $90^\circ$ .

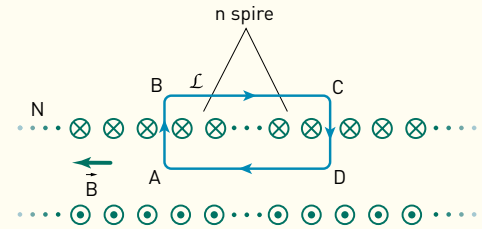
- ▶ Calcola la variazione del flusso del campo magnetico attraverso la bobina.

$$[-6,3 \times 10^{-4} \text{ Wb}]$$

## 6 LA CIRCUITAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO

### PROBLEMA MODELLO 4 CIRCUITO MAGNETICO

Un solenoide ideale, che ha lunghezza  $L$  ed è formato da  $N$  spire, è percorso da una corrente  $i$ . Scegliamo un cammino rettangolare, come quello della figura a lato, che contiene  $n$  spire del solenoide. Il simbolo con la croce indica che, nel solenoide visto in sezione, la corrente elettrica entra nella pagina.



- Calcola la circuitazione del campo magnetico lungo il cammino indicato nella figura.

#### ■ DATI

Lunghezza solenoide:  $L$   
 Numero spire:  $N$   
 Intensità di corrente:  $i$   
 Numero spire concatenate:  $n$

#### ■ INCOGNITE

Circuitazione di  $\vec{B}$ :  $\Gamma_{ABCD}(\vec{B}) = ?$

### L'IDEA

- Ottengo la circuitazione totale lungo l'intero cammino come somma lungo i singoli tratti AB, BC, CD e DA.
- Lungo il tratto DA il prodotto scalare fra il campo magnetico e lo spostamento è positivo e massimo poiché il campo  $\vec{B}$  e lo spostamento sono paralleli e concordi.
- Lungo gli altri tre tratti la circuitazione è nulla. Infatti  $\vec{B} = 0$  all'esterno del solenoide, e in particolare lungo il tratto BC, mentre nei tratti AB e CD il vettore campo magnetico è perpendicolare ai vettori spostamento.

### LA SOLUZIONE

Esprimo la circuitazione lungo il cammino totale come somma di quattro contributi.

Scomponendo il cammino  $\mathcal{L}$  nelle sue parti abbiamo

$$\Gamma_{\mathcal{L}}(\vec{B}) = \Gamma_{AB}(\vec{B}) + \Gamma_{BC}(\vec{B}) + \Gamma_{CD}(\vec{B}) + \Gamma_{DA}(\vec{B}),$$

dove i pedici dei simboli  $\Gamma$  indicano qual è la zona di cammino lungo cui si calcolano i prodotti scalari tra spostamento e campo magnetico.

Determino per quali tratti la circuitazione è nulla.

All'esterno di un solenoide ideale il campo magnetico è nullo. Quindi, il contributo alla circuitazione di  $\vec{B}$  lungo la linea BC esterna al solenoide è nullo:

$$\Gamma_{BC}(\vec{B}) = 0.$$

All'interno di un solenoide ideale il campo magnetico è uniforme e parallelo all'asse del solenoide stesso. Per questa ragione, nei due tratti AB e CD la circuitazione è nulla, perché essi sono perpendicolari a  $\vec{B}$ :

$$\Gamma_{AB}(\vec{B}) = 0 \quad \text{e} \quad \Gamma_{CD}(\vec{B}) = 0.$$

Rimane soltanto da considerare la circuitazione lungo il cammino DA:

$$\Gamma_{\mathcal{L}}(\vec{B}) = \Gamma_{DA}(\vec{B}).$$

Questo contributo è positivo perché lo spostamento e il campo  $\vec{B}$  generato dalle correnti hanno lo stesso verso.

### Calcolo lo spostamento DA.

Visto che, per ipotesi, gli avvolgimenti del solenoide sono avvolti in modo regolare, la lunghezza  $DA = l$  può essere calcolata attraverso la proporzione

$$\frac{\overline{DA}}{L} = \frac{n}{N} \Rightarrow \overline{DA} = \frac{n}{N}L$$

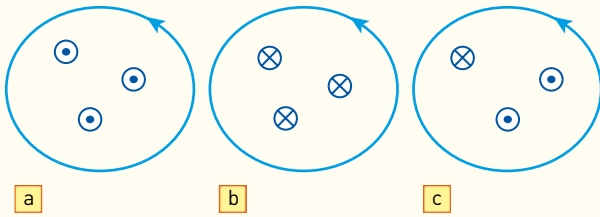
### Calcolo la circuitazione lungo il tratto DA.

$$\Gamma_{ABCD}(\vec{B}) = \Gamma_{DA}(\vec{B}) = \vec{B} \cdot \overline{DA} = \left(\mu_0 \frac{N}{L} i\right) \left(\frac{n}{N}L\right) = \mu_0 ni$$

Abbiamo svolto il problema considerando un solenoide ideale, cioè un solenoide finito ma con le proprietà matematiche di quello infinito (molto più lungo del raggio delle spire). Il risultato ottenuto vale anche per un solenoide non ideale, ma non saremmo stati in grado di svolgere i calcoli in modo esplicito.

**55** **★★★** Tre fili percorsi dalle correnti  $i_1 = 6,0$  A,  $i_2 = 8,5$  A,  $i_3 = 4,4$  A sono concatenati al cammino rappresentato nella figura. Vogliamo calcolare la circuitazione del campo magnetico lungo il cammino dato in ognuno dei tre casi seguenti:

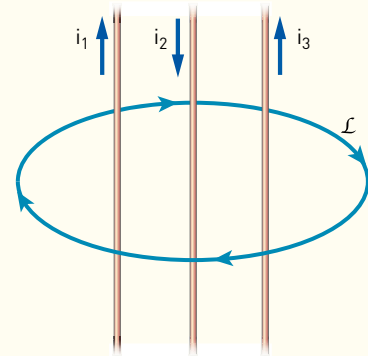
- ▶ le correnti sono tutte uscenti dal piano della figura;
- ▶ le correnti sono tutte entranti nel piano della figura;
- ▶  $i_1$  è entrante e le altre due uscenti dal piano della figura.



$[2,4 \times 10^{-5} \text{ T} \cdot \text{m}; -2,4 \times 10^{-5} \text{ T} \cdot \text{m}; 8,7 \times 10^{-6} \text{ T} \cdot \text{m}]$

**56** **★★★** Tre tratti di filo di lunghezza  $l = 1,0$  m e distanti tra loro  $d = 1,0$  cm sono percorsi dalle correnti  $i_1, i_2$  e  $i_3$ . I fili sono concatenati al cammino orientato  $L$  come mostrato nella figura. La circuitazione del campo magnetico lungo il cammino  $L$  è nulla. Il modulo della forza magnetica tra il filo 1 e il filo 2 è  $F_{1,2} = 1,0$  N e quella tra il filo 2 e il filo 3 è  $F_{2,3} = 4,0$  N.

- ▶ Ricava i valori delle correnti  $i_1, i_2$  e  $i_3$ .



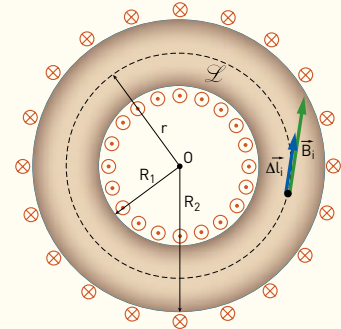
$[1,0 \times 10^2 \text{ A}; 5,0 \times 10^2 \text{ A}; 4,0 \times 10^2 \text{ A}]$

## 7 UN'APPLICAZIONE DEL TEOREMA DI AMPÈRE

### PROBLEMA MODELLO 5 IL CAMPO MAGNETICO DEL TOROIDE

Un toroide, o solenoide toroidale, è una bobina avvolta in modo regolare in modo da seguire la superficie di un toro, solido geometrico simile a una ciambella. Un toroide con 1200 spire, di raggio interno  $R_1 = 5,3$  cm e raggio esterno  $R_2 = 8,7$  cm, ha al suo interno un campo magnetico che in prossimità del bordo interno ha intensità  $B_1 = 4,0 \times 10^{-5}$  T.

- ▶ Determina l'intensità di corrente che attraversa il toroide.
- ▶ Determina l'intensità del campo magnetico vicino al bordo esterno del toroide.



#### ■ DATI

Numero spire:  $N=1200$   
 Raggio interno:  $R_1 = 5,3$  cm  
 Raggio esterno:  $R_2 = 8,7$  cm  
 Intensità campo magnetico:  $B_1 = 4,0 \times 10^{-5}$  T

#### ■ INCOGNITE

Intensità di corrente:  $i = ?$   
 Campo magnetico sul bordo esterno:  $B_2 = ?$

## L'IDEA

- Se considero un cammino  $\mathcal{L}$  di forma circolare con centro  $O$  e raggio  $r$  ( $R_1 < r < R_2$ ), posso scrivere che  $\Gamma_{\mathcal{L}}(\vec{B}) = \mu_0 Ni$ , dato che al cammino  $\mathcal{L}$  è concatenata  $N$  volte la corrente  $i$ .
- Ricavo l'intensità di corrente dalla relazione ottenuta applicando il teorema di Ampère per un cammino circolare di raggio  $R_1$  all'interno del toroide con il quale sono concatenate tutte le spire.
- Per ottenere l'intensità del campo magnetico vicino al bordo esterno, applico di nuovo il teorema di Ampère considerando stavolta un cammino di raggio  $R_2$ , e ottengo  $B = \frac{\mu_0 Ni}{2\pi R_2}$ .

## LA SOLUZIONE

## Ricavo l'intensità di corrente.

Dalla definizione di circuitazione e dal teorema di Ampère ottengo:

$$2\pi R_1 B_1 = \mu_0 Ni \Rightarrow i = \frac{2\pi R_1 B_1}{\mu_0 N} = \frac{2 \times 3,14 \times (5,3 \times 10^{-2} \text{ m}) \times (4,0 \times 10^{-5} \text{ T})}{(4 \times 3,14 \times 10^{-7} \text{ N/A}^2) \times (1200)} = 8,8 \text{ mA}$$

## Ricavo l'intensità del campo magnetico vicino al bordo esterno del solenoide.

$$2\pi R_2 B_2 = \mu_0 Ni \Rightarrow B_2 = \frac{(4 \times 3,14 \times 10^{-7} \text{ N/A}^2) \times (1200) \times (8,8 \times 10^{-3} \text{ A})}{2 \times 3,14 \times (8,7 \times 10^{-2} \text{ m})} = 2,4 \times 10^{-5} \text{ T}$$

**60** **\*\*\*** Un toroide, parte di un circuito di un elettrodomestico, è formato da 150 spire circolari, ha una circonferenza esterna di diametro  $d_e = 15,3$  cm, quella interna di diametro  $d_i = 12,5$  cm ed è percorso da una corrente  $i = 78,0$  mA. A causa di un malfunzionamento, lo vuoi sostituire con un solenoide di lunghezza uguale al diametro interno del toroide e diametro di 1,50 cm; attraversato dalla stessa corrente, deve produrre un campo magnetico uguale a quello relativo alla circonferenza media del toroide, cioè

la circonferenza che ha un diametro pari alla media dei due diametri interno ed esterno. Calcola:

- ▶ la lunghezza del filo di rame con cui è costruito il toroide;
- ▶ l'intensità del campo magnetico relativo al diametro medio del toroide;
- ▶ il numero di avvolgimenti del solenoide disposto a forma toroidale.

[6,60 m;  $3,37 \times 10^{-5}$  T; 43]

## 8 LE PROPRIETÀ MAGNETICHE DEI MATERIALI

**71** **\*\*\*** Un nucleo di alluminio è posto all'interno di un solenoide lungo 40 cm, composto da 2000 spire. Il solenoide è alimentato con una corrente di 10 A. Calcola:

- ▶ il modulo del campo magnetico generato dagli atomi dell'alluminio per effetto del campo magnetico esterno;
- ▶ il modulo del campo magnetico totale risultante.

[ $1,3 \times 10^{-6}$  T;  $6,3 \times 10^{-2}$  T]

**72** **\*\*\*** All'interno di un solenoide, lungo 50 cm, composto da 1000 spire, viene inserito un nucleo di ferro. Nel solenoide circola una corrente di 5,0 A e nello spazio si misura un campo magnetico totale di  $1,3 \times 10$  T.

- ▶ Calcola la permeabilità magnetica relativa del nucleo di ferro.

[ $1,0 \times 10^3$ ]

## PROBLEMI GENERALI

**12** **\*\*\*** Un elettrone si muove di moto rettilineo alla velocità  $7,3 \times 10^7$  m/s. A un tratto entra in una zona dove c'è un campo  $B = 10$  T e inizia a percorrere una circonferenza. Calcolare il raggio della circonferenza e la forza che agisce sull'elettrone durante il moto circolare.

(Esame di Fisica, Corso di laurea in Scienze biologiche, Università di Genova, 2005/2006)

[ $4,2 \times 10^{-5}$  m;  $1,2 \times 10^{-10}$  N]

**13** **\*\*\*** Una particella  $\alpha$ , dotata di energia cinetica di 5,0 MeV, si muove su un piano perpendicolare alle linee di un campo magnetico di intensità 1,2 T. La massa della particella  $\alpha$  vale  $6,7 \times 10^{-27}$  kg.

- ▶ Calcola il raggio della traiettoria descritta dalla particella.

(Dalla seconda prova di maturità sperimentale, 1993)

[ $27 \times 10^{-2}$  m]

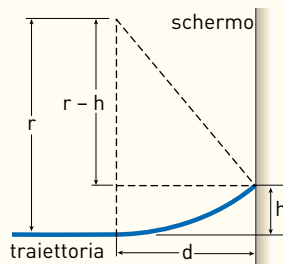
**14** ★★★ Un fascio di protoni, ciascuno dei quali possiede un'energia cinetica  $K = 4,00 \times 10^5$  eV, è proiettato in un campo magnetico uniforme di modulo  $3,00 \times 10^{-2}$  T. La direzione del fascio e la direzione di  $\vec{B}$  sono tra di loro perpendicolari.

- ▶ Calcola il periodo e il raggio della traiettoria descritta da un protone.
- ▶ Determina come variano il raggio e il periodo della traiettoria circolare descritta da un protone, in funzione di  $K$ .

(Dalla seconda prova di maturità sperimentale, 1983)

$[2,19 \times 10^{-6}$  s;  $3,05$  m;  $r \propto \sqrt{K}$ ;  $T$  indipendente da  $K$ ]

**15** ★★★ Una particella  $\alpha$ , di carica pari al doppio della carica elementare, in quiete è accelerata da un campo elettrico di intensità  $4,2$  N/C per  $15$  cm. Penetra, poi, in un campo magnetico di intensità  $9,0 \times 10^{-4}$  T, perpendicolare alla direzione della velocità acquistata, è deviata dalla traiettoria originale e va a colpire un punto di uno schermo posto a  $15$  cm di distanza. La massa della particella  $\alpha$  vale  $6,7 \times 10^{-27}$  kg.



- ▶ Calcola l'altezza del punto in cui l'elettrone colpisce lo schermo.

**Suggerimento:** prendi come livello zero di riferimento per l'altezza la direzione iniziale di penetrazione della particella all'interno del campo magnetico.

[8,1 cm]

**16** ★★★ Un fascio collimato di elettroni monoenergetici penetra nel vuoto in un campo magnetico uniforme di modulo  $2,0 \times 10^{-4}$  T perpendicolarmente alle linee di campo. La regione in cui agisce il campo si estende per una lunghezza di  $20$  cm. All'uscita del dispositivo, il fascio risulta deviato di un angolo  $\alpha = 60^\circ$  rispetto alla direzione iniziale.

- ▶ Calcola la velocità degli elettroni.

(Adattato dalla seconda prova di maturità sperimentale, 1992)

$[8,1 \times 10^6$  m/s]

**17** ★★★ Una particella di carica  $q$  e massa  $m = 9,11 \times 10^{-31}$  kg immersa in un campo magnetico descrive un'orbita circolare di raggio  $r = 1,0$  mm a velocità angolare costante  $\omega = 1,16 \times 10^2$  rad/s. Il fattore giromagnetico, definito come il rapporto tra il momento magnetico della particella (dovuto al moto della particella) e il suo momento angolare, vale  $G = \mu/L = 8,78 \times 10^{10}$  C/kg.

- ▶ Calcola il momento magnetico della particella.

$[9,3 \times 10^{-24}$  A · m<sup>2</sup>]

## TEST

**7** La permeabilità relativa è:

- A molto minore di 1 per le sostanze diamagnetiche e molto maggiore di 1 per le sostanze paramagnetiche.
- B molto minore di 1 per le sostanze diamagnetiche e leggermente minore di 1 per le sostanze paramagnetiche.
- C leggermente minore di 1 per le sostanze diamagnetiche e leggermente maggiore di 1 per le sostanze paramagnetiche.
- D leggermente maggiore di 1 per le sostanze diamagnetiche e molto maggiore di 1 per le sostanze paramagnetiche.

**8** Il materiale utilizzato nella costruzione di un elettromagnete è un materiale:

- A ferromagnetico, con un ciclo di isteresi con una magnetizzazione residua elevata.
- B ferromagnetico, con un ciclo di isteresi con una magnetizzazione residua trascurabile.

- C diamagnetico con una permeabilità magnetica relativa elevata.
- D diamagnetico con una permeabilità magnetica relativa trascurabile.

**9** Una carica elettrica in moto in un campo magnetico nel vuoto, per effetto del solo campo magnetico:

- A non cambia la sua energia cinetica.
- B si muove di moto rettilineo.
- C si muove di moto rettilineo uniforme.
- D aumenta la sua energia cinetica.
- E diminuisce la sua energia cinetica.

Test di ammissione Professioni Sanitarie 2013/2014

**10** A circular loop of radius  $0.3$  cm lies parallel to a much bigger circular loop of radius  $20$  cm. The centre of the small loop is on the axis of the bigger loop. The distance between their centres is  $15$  cm. If a current of  $2.0$  A flows through

the smaller loop, then the flux linked with bigger loop is:

- A  $6 \times 10^{-11}$  weber
- B  $3.3 \times 10^{-11}$  weber
- C  $6.6 \times 10^{-9}$  weber
- D  $9.1 \times 10^{-11}$  weber

Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (JEE) – 2013

- 11** Consider the motion of a positive point charge in a region where there are simultaneous uniform electric and magnetic fields  $\vec{E} = E_0 \hat{j}$  and  $\vec{B} = B_0 \hat{j}$ . At time  $t = 0$ , this charge has velocity  $\vec{v}$  in the  $x$ - $y$  plane, making an angle  $\theta$  with the  $x$ -axis. Which of the following option(s) is (are) correct for time  $t > 0$ ?
- A If  $\theta = 0^\circ$ , the charge moves in a circular path in the  $x$ - $z$  plane.
  - B If  $\theta = 0^\circ$ , the charge undergoes helical motion with constant pitch along the  $y$ -axis.
  - C If  $\theta = 10^\circ$ , the charge undergoes helical motion with its pitch increasing with time, along the  $y$ -axis.
  - D If  $\theta = 90^\circ$ , the charge undergoes linear but accelerated motion along the  $y$ -axis.

Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (JEE) – 2012

- 12** In un discriminatore di velocità il campo elettrico vale  $1,5 \times 10^3$  V/m e il campo magnetico ha intensità pari a  $3,2 \times 10^{-2}$  T. Il dispositivo lascerà passare senza deviarle solo le particelle cariche che si muovono con velocità:
- A qualsiasi.
  - B 0,47 m/s
  - C 2,1 m/s
  - D  $4,7 \times 10^4$  m/s
- 13** Un elettrone entra in una zona in cui è presente un campo magnetico di 1,0 T con una velocità di  $2,0 \times 10^6$  m/s. Si misura la forza magnetica che agisce sull'elettrone e si ottiene il valore  $1,6 \times 10^{-13}$  N. Questa misura può essere corretta se l'angolo tra la direzione della velocità e quella del campo è:
- A  $45^\circ$
  - B  $90^\circ$
  - C  $30^\circ$
  - D  $0^\circ$
- 14** L'ordine di grandezza della carica specifica dell'elettrone è:
- A  $10^{11}$  C/kg
  - B  $10^{-11}$  C/kg
  - C  $10^{19}$  C/kg
  - D  $10^{-31}$  C/kg

- 15** Il flusso di un campo magnetico  $\vec{B}$  attraverso una superficie  $S$  è:
- A una grandezza vettoriale che dipende dall'angolo fra  $\vec{B}$  e il vettore superficie  $\vec{S}$ .
  - B una grandezza scalare che dipende dall'angolo fra  $\vec{B}$  e il vettore superficie  $\vec{S}$ .
  - C inversamente proporzionale all'angolo che la normale alla superficie forma con la direzione di  $\vec{B}$ .

D indipendente dall'angolo fra  $\vec{B}$  e il vettore superficie  $\vec{S}$ .

- 16** Il flusso di un campo magnetico  $\vec{B}$  attraverso una superficie chiusa è:
- A proporzionale alla carica elettrica totale contenuta nella superficie.
  - B proporzionale alla somma algebrica delle correnti uscenti dalla superficie.
  - C proporzionale all'area della superficie.
  - D sempre nullo.
- 17** Qual è la regola corretta che stabilisce i segni da attribuire alle intensità di corrente nell'applicazione del teorema di Ampère?
- A Le correnti vanno considerate sempre positive.
  - B Le correnti vanno considerate sempre negative.
  - C Le correnti sono considerate positive quando il campo magnetico che generano ha lo stesso verso di percorrenza del cammino lungo il quale si calcola la circuitazione.
  - D Le correnti sono considerate negative quando il campo magnetico che generano ha lo stesso verso di percorrenza del cammino lungo il quale si calcola la circuitazione.
- 18** Inserisci un blocco di una sostanza ferromagnetica all'interno di un solenoide che genera un campo magnetico  $\vec{B}_0$ . In seguito fai diminuire la corrente che circola nel solenoide fino ad annullarla. Cosa osservi?
- A Il blocco ferromagnetico è completamente smagnetizzato.
  - B Il blocco ferromagnetico genera un campo magnetico residuo che ha la stessa direzione e lo stesso verso di  $\vec{B}_0$ .
  - C Il blocco ferromagnetico genera un campo magnetico residuo che ha la stessa direzione di  $\vec{B}_0$ , ma verso opposto.
  - D Il blocco ferromagnetico genera un campo magnetico residuo perpendicolare a  $\vec{B}_0$ .
- 19** An electron and a proton are moving on straight parallel paths with same velocity. They enter a semi-infinite region of uniform magnetic field perpendicular to the velocity. Which of the following statement(s) is / are true?
- A They will never come out of the magnetic field region.
  - B They will come out travelling along parallel paths.
  - C They will come out at the same time.
  - D They will come out at different times.

Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (JEE) – 2011