

**Facoltà di Ingegneria**  
**2ª prova in itinere di Fisica II – 22.6.2005 – Compito C**

Costanti:  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$      elettrone:  $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} kg$ ,  $e = -1.6 \cdot 10^{-19} C$

**Esercizio n.1**

Un elettrone viaggia con velocità di modulo  $v = 2.0 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$  in un piano perpendicolare a un campo magnetico  $\vec{B}$  uniforme di modulo  $B = 0.010 T$ .

Si studi il moto dell'elettrone e si risponda alle seguenti domande:

1. La traiettoria dell'elettrone è
  - A. circolare (\*)
  - B. rettilinea
  - C. parabolica
  - D. iperbolica
2. Il raggio di curvatura  $r$  della traiettoria vale
  - A.  $r = 7.4 \cdot 10^{-2} m$
  - B.  $r = 103.1 m$
  - C.  $r = 1.1 \cdot 10^{-2} m$  (\*)
  - D.  $r = 23.8 m$
3. Il lavoro della forza magnetica agente sull'elettrone, lungo un tratto qualsiasi della traiettoria, è
  - A. nullo (\*)
  - B. positivo
  - C. negativo
  - D. non è possibile determinarlo
4. L'energia cinetica dell'elettrone, durante il moto,
  - A. resta costante (\*)
  - B. aumenta
  - C. diminuisce
  - D. è nulla

**Esercizio n.2**

Due lunghi fili (indefiniti) sono orientati in modo da essere perpendicolari l'uno all'altro e, nel punto in cui sono più vicini, distano 20 cm. Trovare il modulo del campo magnetico a metà strada tra i due fili (punto P della figura) sapendo che il filo superiore (ortogonale al foglio) è percorso da una corrente  $I_{sup} = 20.0A$  e quello inferiore da una corrente  $I_{inf} = 5.0A$ .

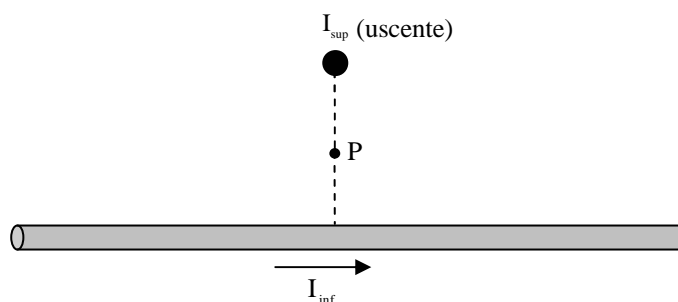
Rispondere quindi alle seguenti domande:

5. Se  $\hat{k}$  è un vettore ortogonale al foglio ed uscente (orientato verso il lettore) e  $r = 10 cm$  è la distanza tra il filo inferiore ed il punto P, allora il campo magnetico generato dalla corrente nel filo inferiore ha espressione

- A.  $\vec{B}_{inf} = -\frac{\mu_0 i_{inf}}{2\pi} \frac{1}{r} \hat{k}$
- B.  $\vec{B}_{inf} = \frac{\mu_0 i_{inf}}{2\pi} \frac{1}{r} \hat{k}$  (\*)
- C.  $\vec{B}_{inf} = \frac{\mu_0 i_{inf}}{4\pi} \frac{1}{r^2} \hat{k}$
- D.  $\vec{B}_{inf} = -\frac{\mu_0 i_{inf}}{4\pi} \frac{1}{r^2} \hat{k}$

6. Nel punto P, il campo magnetico dovuto alla corrente nel filo superiore,  $\vec{B}_{sup}$ , ed il campo magnetico prodotto dalla corrente nel filo inferiore,  $\vec{B}_{inf}$ , sono vettori:

- A. paralleli
- B. antiparalleli
- C. perpendicolari (\*)



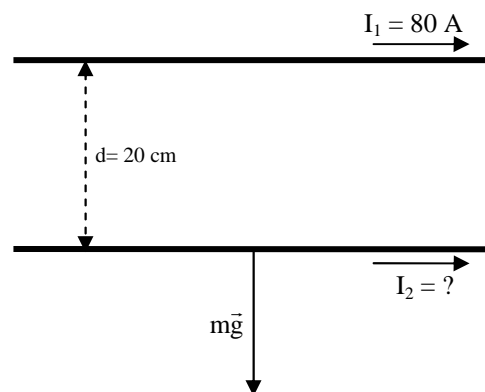
- D. ad un angolo di  $60^\circ$
7. Nel punto P, il campo magnetico ha modulo
- 0 T
  - $1.8 \cdot 10^{-3} \text{ T}$
  - $4.1 \cdot 10^{-5} \text{ T}$  (\*)
  - $2.5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$

### Esercizio n.3

Un filo rettilineo indefinito, orizzontale, è percorso da una corrente  $I_1 = 80 \text{ A}$ . Un secondo filo rettilineo ed indefinito, parallelo al primo, posto 20 cm più in basso, ha una massa di 0.12 g per metro di lunghezza. Calcolare la corrente  $I_2$  nel secondo filo affinché questo non cada per effetto della gravità.

Rispondere quindi alle seguenti domande:

8. detta  $d$  la distanza tra i due fili indefiniti paralleli, la forza magnetica per unità di lunghezza tra di essi ha espressione
- $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$  (\*)
  - $\frac{I_1 I_2}{2\mu_0 d}$
  - $\frac{\mu_0 2\pi d}{I_1 I_2}$
  - $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi d^2}$
9. la forza peso su un metro del filo inferiore ha modulo
- 0.12 N
  - $1.18 \cdot 10^{-3} \text{ N}$  (\*)
  - $7.04 \cdot 10^{-3} \text{ N}$
  - 0.75 N
10. la corrente  $I_2$  necessaria a mantenere il filo in basso in equilibrio ha intensità:
- 14.7 A (\*)
  - 1.2 A
  - 6.5 A
  - 10.0 A



### Esercizio n.4

Un solenoide circolare ha lunghezza 25 cm, raggio 1 cm, è costituito da 400 spire ed è percorso da una corrente  $I = 3 \text{ A}$ .

Trattando il solenoide come ideale, si calcoli:

- Il modulo del campo magnetico  $\vec{B}$  all'interno del solenoide
- Il flusso del campo magnetico concatenato con il solenoide (autoflusso)
- Il coefficiente di induzione  $L$  del solenoide
- Le f.e.m indotta nel solenoide se la corrente varia nel tempo con legge  $I = I_0 + kt$  con  $t$  tempo,  $I_0 = 3 \text{ A}$  e

$$k = 150 \frac{\text{A}}{\text{s}}.$$

Rispondere quindi alle seguenti domande

11. Il modulo del campo magnetico  $\vec{B}$  all'interno del solenoide vale
- 60.3 G (\*)
  - 156.7 G
  - 502.2 G
  - 705.8 G
12. Il flusso del campo magnetico concatenato con il solenoide (autoflusso) vale
- $0.52 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$
  - $7.58 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$  (\*)
  - $8.05 \cdot 10^{-5} \text{ Wb}$
  - $3.79 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$
13. Il coefficiente di induzione  $L$  del solenoide
- 253  $\mu\text{H}$  (\*)
  - 1.31 mH

- C. 74.5  $\mu\text{H}$
- D. 55.6  $\mu\text{H}$

14. Le f.e.m indotta nel solenoide se la corrente varia nel tempo con legge  $I = I_0 + kt$

- A. 0.0379 V (\*)
- B. 88.6 mV
- C. 1.77 V
- D. 27.3 V

### Esercizio n.5

L'intensità della corrente che percorre il filo della figura al lato è  $I = 8.0\text{A}$ . Sapendo che  $AB = CD = 1\text{ cm}$  e  $BC = 2\text{ cm}$ , calcolare modulo direzione e verso del campo magnetico  $\vec{B}$  prodotto nel punto P (punto medio di AD).

Rispondere quindi alle seguenti domande:

15. Il modulo del campo magnetico nel punto P prodotto dalla corrente nel tratto di filo AB vale

- A.  $9.45 \cdot 10^{-5}\text{T}$
- B.  $5.66 \cdot 10^{-5}\text{T}$  (\*)
- C. 5.22 T
- D. 0.72 T

16. Il modulo del campo magnetico nel punto P prodotto dalla corrente nel tratto di filo BC vale

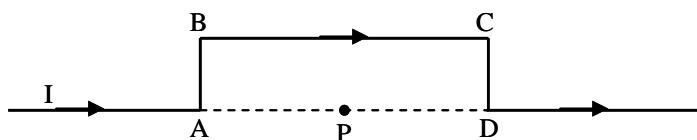
- A.  $1.13 \cdot 10^{-4}\text{T}$  (\*)
- B.  $8.02 \cdot 10^{-4}\text{T}$
- C. 502.2 G
- D. 8.52 G

17. Il modulo del campo magnetico totale prodotto nel punto P da tutto il filo vale

- A.  $3.06 \cdot 10^{-2}\text{T}$
- B.  $2.26 \cdot 10^{-4}\text{T}$  (\*)
- C.  $5.28 \cdot 10^{-3}\text{T}$
- D.  $0.16 \cdot 10^{-5}\text{T}$

18. Il campo magnetico nel punto P prodotto dalla corrente nel filo della figura ha

- A. direzione parallela al foglio, verso destra
- B. direzione parallela al foglio, verso sinistra
- C. direzione ortogonale al foglio e verso entrante (\*)
- D. direzione ortogonale al foglio e verso uscente



### Esercizio n.6

Un conduttore rettilineo di lunghezza  $L=1\text{ cm}$  è mobile attorno ad una delle sue estremità (punto O). Determinare il modulo della fem indotta tra le estremità del conduttore supponendo che esso ruoti in senso antiorario come indicato in figura con velocità angolare costante  $\omega = 10\text{rad/s}$  in una regione con campo magnetico di intensità  $0.1\text{T}$ , uniforme ed ortogonale al piano di rotazione del conduttore (piano del foglio nella figura, con campo ortogonale ed uscente dal foglio).

Rispondere quindi alle seguenti domande:

19. Nel tempo  $dt$  il conduttore rettilineo ruotando descrive una superficie di area

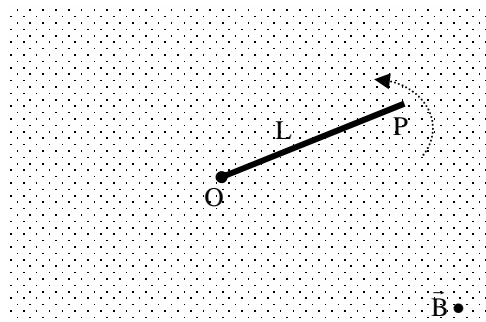
- A.  $\frac{1}{2}L^2\omega dt$  (\*)
- B.  $\frac{1}{2}L\omega^2 dt$
- C.  $L^2\omega dt$
- D.  $L^2\omega^2 dt$

20. Il modulo della fem indotta vale

- A.  $5.00 \cdot 10^{-5}\text{ V}$  (\*)
- B.  $2.07 \cdot 10^{-5}\text{ V}$
- C. 54.6 V
- D. 718.0 V

21. L'estremo del conduttore a potenziale maggiore è

- A. l'estremo O



- B. l' estremo P (\*)
- C. i due estremi O e P hanno lo stesso potenziale
- D. non è possibile determinarlo.

#### Altre domande:

22. Un elettrone si muove in una certa regione dello spazio descrivendo una parabola ed aumentando la sua velocità. In tale regione c'è un campo uniforme e costante. Il campo è:
  - A. elettrico (\*)
  - B. magnetico
  - C. nullo
  - D. solenoidale
23. La relazione tra forza elettromotrice (fem) e differenza di potenziale (ddp) tra i morsetti di una pila è in generale:
  - A.  $fem \geq ddp$  (\*)
  - B.  $fem \leq ddp$
  - C.  $fem = ddp$
  - D.  $fem = 2 ddp$
24. Un magnete è fermo all'interno di un solenoide. Nel solenoide
  - A. c'è una corrente indotta
  - B. non c'è corrente indotta (\*)
  - C. c'è una corrente di spostamento
  - D. c'è una corrente indotta ed una corrente di spostamento
25. Una spira circolare di raggio L, percorsa da corrente I, è immersa in un campo magnetico  $\vec{B}$  uniforme. Sulla spira agisce una forza magnetica di modulo F con:
  - A.  $F < 0$
  - B.  $F > 0$
  - C.  $F = 0$  (\*)
  - D.  $F = IBL$
26. Una spira circolare di raggio L, percorsa da corrente I, è immersa in un campo magnetico  $\vec{B}$  uniforme, perpendicolare al piano della spira. Sulla spira agisce un momento meccanico di modulo  $\tau$  con:
  - A.  $\tau = 0$  (\*)
  - B.  $\tau = iLB$
  - C.  $\tau = \mu_0 iLB^2$
  - D.  $\tau = i\pi L^2 B$
27. Il flusso del campo magnetico  $\Phi(\vec{B})$  attraverso una superficie chiusa qualsiasi è
  - A. non è definito
  - B.  $\Phi(\vec{B}) > 0$
  - C.  $\Phi(\vec{B}) < 0$
  - D.  $\Phi(\vec{B}) = 0$  (\*)
28. Si chiude un interruttore ed una corrente di intensità crescente inizia a circolare in un solenoide. La fem indotta nel solenoide
  - A. non ha alcun effetto
  - B. si oppone all'aumento della corrente (\*)
  - C. agevola l'aumento della corrente
  - D. trasforma la corrente in una corrente alternata
29. Due fili rettilinei paralleli, molto lunghi, sono percorsi da correnti concordi. Tra i due fili vi è una forza
  - A. nulla
  - B. repulsiva
  - C. attrattiva (\*)
  - D. centrale

#### Soluzione

##### Esercizio n.1

La traiettoria dell'elettrone è circolare. Il raggio della circonferenza vale:

$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 2 \cdot 10^7 \text{ m}}{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0.010 \text{ Ts}} = 1.13 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

La forza magnetica (forza di Lorentz), essendo sempre ortogonale alla traiettoria non compie lavoro e quindi l'energia cinetica dell'elettrone non cambia.

### Esercizio n.2

Nel punto P i campi magnetici dei due fili sono ortogonali tra loro:

$$\vec{B}_{\text{inf}} = \frac{\mu_0 i_{\text{inf}}}{2\pi r} \hat{k} \text{ e } \vec{B}_{\text{sup}} = \frac{\mu_0 i_{\text{sup}}}{2\pi r} \hat{i}$$

dove  $\hat{i}$  è un versore parallelo al foglio e verso destra.

Il campo nel punto P ha quindi modulo:

$$B(P) = \sqrt{(\vec{B}_{\text{inf}})^2 + (\vec{B}_{\text{sup}})^2} = \frac{\mu_0}{2\pi r} \sqrt{(i_{\text{inf}})^2 + (i_{\text{sup}})^2} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm}}{2\pi} \frac{1}{A} \frac{1}{0.10\text{m}} \sqrt{25 + 400} = 4.12 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

### Esercizio n.3

Poiché i due fili sono percorsi da correnti concordi, il filo inferiore è attratto verso quello superiore (e viceversa). La

forza magnetica per unità di lunghezza ha modulo  $F' = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$

Affinché il filo sia in equilibrio la forza magnetica per unità di lunghezza bilancia la forza peso per unità di lunghezza:

$$mg = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \rightarrow I_2 = \frac{mg 2\pi d}{\mu_0 I_1} = \frac{0.12 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} 2\pi \cdot 0.20\text{m}}{4\pi 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} 80\text{A}} = 14.7\text{A}$$

### Esercizio n.4

Essendo il solenoide ideale,

$$B = \mu_0 nI = \mu_0 \frac{N}{L} I = 4\pi 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \frac{400}{0.25\text{m}} 3\text{A} = 6.03 \cdot 10^{-3} \text{ T} = 60.3\text{G}$$

L'autoflusso vale

$$\Phi = N\Phi^1 = NA\mu_0 \frac{N}{L} I = 400 \cdot \pi \cdot (0.01\text{m})^2 4\pi 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \frac{400}{0.25\text{m}} 3\text{A} = 7.58 \cdot 10^{-4} \text{ Tm}^2 = 7.58 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

Il coefficiente di (auto)induzione L del solenoide è

$$L = \mu_0 \left( \frac{N}{L} \right)^2 AL = 4\pi 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \left( \frac{400}{0.25\text{m}} \right)^2 \pi \cdot (0.01\text{m})^2 \cdot 0.25\text{m} = 2.53 \cdot 10^{-4} \text{ H} = 253\mu\text{H}$$

La fem indotta ha modulo

$$\text{fem} = L \frac{dI}{dt} = Lk = 2.53 \cdot 10^{-4} \text{ H} \cdot 150 \frac{\text{A}}{\text{s}} = 0.0379\text{V}$$

### Esercizio n.5

Usando la regola della mano destra è facile dimostrare che il campo nel punto P è ortogonale al piano del foglio ed entrante. Ad esso contribuisce la corrente nei fili AB, BC e CD (tutte queste correnti producono un campo in P ortogonale al foglio ed entrante):

$$B_{AB}(P) = \frac{\mu_0 I}{4\pi AP} \frac{BA}{BP} = \frac{4\pi 10^{-7} \text{ Tm}}{4\pi} \frac{8\text{A}}{A} \frac{0.01\text{m}}{0.01\text{m} \cdot \sqrt{(0.01\text{m})^2 + (0.01\text{m})^2}} = 5.66 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B_{CD}(P) = \frac{\mu_0 I}{4\pi DP} \frac{CD}{CP} = \frac{4\pi 10^{-7} \text{ Tm}}{4\pi} \frac{8\text{A}}{A} \frac{0.01\text{m}}{0.01\text{m} \cdot \sqrt{(0.01\text{m})^2 + (0.01\text{m})^2}} = 5.66 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B_{AB}(P) = 2 \frac{\mu_0 I}{4\pi AB} \frac{PA}{BP} = 2 \frac{4\pi 10^{-7} \text{ Tm}}{4\pi} \frac{8\text{A}}{A} \frac{0.01\text{m}}{0.01\text{m} \cdot \sqrt{(0.01\text{m})^2 + (0.01\text{m})^2}} = 11.13 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

Il campo in P risulta quindi:

$$B(P) = B_{AB}(P) + B_{BC}(P) + B_{CD}(P) = 22.26 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

### Esercizio n.6

La fem indotta si può valutare usando la legge di Faraday e considerando il flusso tagliato.

$$d\Phi_F = \frac{1}{2} L^2 \omega dt B \rightarrow \text{fem} = \frac{d\Phi_F}{dt} = \frac{1}{2} L^2 \omega B = \frac{1}{2} (0.01\text{m})^2 10 \frac{\text{rad}}{\text{s}} 0.1\text{T} = 5 \cdot 10^{-5} \text{V}$$

Usando la forza di Lorentz su un elettrone si può vedere che l'estremo a potenziale maggiore è l'estremo P.