

Esercizi sulle lezioni 40 - 44

1. Nel corso della lezione 40 abbiamo utilizzato più volte regole che coinvolgono la mano destra: ci riferiamo in particolare alle figure 40.3, 40.4 e 40.5. Che cosa succede in tutte queste situazioni se scambiamo la mano destra con la sinistra?

Abbiamo visto che studiare la direzione del campo magnetico richiede una buona padronanza dei vettori nello spazio a 3 dimensioni. Se non lo avete ancora fatto, questo è il momento giusto per affrontare la scheda "I vettori tridimensionali" del corso di matematica. Gli esercizi che seguono servono proprio a rinforzare i contenuti di quella scheda. I vettori che vengono presi in considerazione sono i seguenti:

$$\mathbf{a}=(0, 5, 0) \quad \mathbf{b}=(-1,3,0) \quad \mathbf{c}=(1,-1,2) \quad \mathbf{d}=(3,0,2) \quad \mathbf{e}=(2,3,-2) \quad \mathbf{f}=(0,0,-3)$$

2. Disegna ciascuno dei 6 vettori in una rappresentazione cartesiana analoga a quelle delle figure (A) (B) e (C) all'inizio della scheda.

3. Calcola il modulo di ciascuno dei sei vettori.

4. Determina i vettori seguenti: $\mathbf{a}+\mathbf{b}$, $2\mathbf{a}-\mathbf{f}$, $\mathbf{c}+\mathbf{d}$, $\mathbf{d}-\mathbf{e}$.

5. Calcola i coseni direttori di ciascuno dei sei vettori assegnati. Per ognuno di essi, cioè, devi calcolare i coseni degli angoli che esso forma con i tre assi coordinati.

6. Calcolati i coseni direttori, ora stabilisci quali sono gli angoli che ogni vettore forma con gli assi coordinati

7. Calcola alcuni dei prodotti scalari tra i vettori assegnati. Per esempio: $\mathbf{a}\cdot\mathbf{b}$, $\mathbf{a}\cdot\mathbf{e}$, $\mathbf{c}\cdot\mathbf{f}$, $\mathbf{d}\cdot\mathbf{e}$, $\mathbf{e}\cdot\mathbf{f}$. Tra i 15 possibili prodotti scalari, quali sono quelli nulli? Per quale ragione il loro valore è zero?

8. Determina i seguenti prodotti vettori: $\mathbf{a}\times\mathbf{b}$, $\mathbf{a}\times\mathbf{f}$, $\mathbf{b}\times\mathbf{f}$, $\mathbf{f}\times\mathbf{b}$, $\mathbf{d}\times\mathbf{e}$.

9. Sapresti spiegare qual è la direzione del vettore $\mathbf{a}\times\mathbf{f}$ (o del vettore $\mathbf{f}\times\mathbf{a}$), senza bisogno di ricorrere ad alcun calcolo?

10. Indichiamo con \mathbf{i} , \mathbf{j} e \mathbf{k} i versori degli assi x , y e z . Sono dati i due vettori

$$\mathbf{u} = (2\mathbf{i} + 3\mathbf{j} - \mathbf{k}) \quad \mathbf{v} = (-3\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - 2\mathbf{k})$$

(a) Qual è il modulo dei due vettori? (b) Qual è il loro prodotto scalare? (c) Qual è il loro prodotto vettore?

11. Con quale forza si attraggono due fili percorsi dalla stessa corrente di 1 A, posti alla distanza di mezzo metro?

12. Un alimentatore in continua per un PC portatile ha un cavo in uscita lungo 1.5 m, fatto da due fili paralleli posti a distanza di 1 mm, che possono sopportare una corrente massima di 1.75 A. La corrente circola nei fili in direzioni opposte. Quanto è

grande la forza di repulsione che si esercita tra un filo e l'altro?

13. Due lunghi fili paralleli sono percorsi dalla stessa corrente di 1 A. A quale distanza bisognerebbe porli affinché la forza reciproca di interazione fosse di 1 N per ogni metro di lunghezza?

14. Calcola il prodotto tra la costante elettrica ϵ_0 e quella magnetica μ_0 . In particolare: quali sono le unità di misura del prodotto?

15. Quanto è intenso il campo magnetico alla distanza di 1 m da un filo rettilineo che trasporta la corrente di 1A?

16. Facendo passare corrente in un filo cerchiamo di produrre, a distanza di 10 cm da esso, un campo magnetico che abbia l'intensità di 1 T. Quanto dovrebbe essere intensa la corrente nel filo?

17. Quanto è intenso il campo magnetico all'interno di un sottile solenoide fatto da 5000 spire, lungo 3 cm, nel quale circola una corrente di intensità 1.2 A?

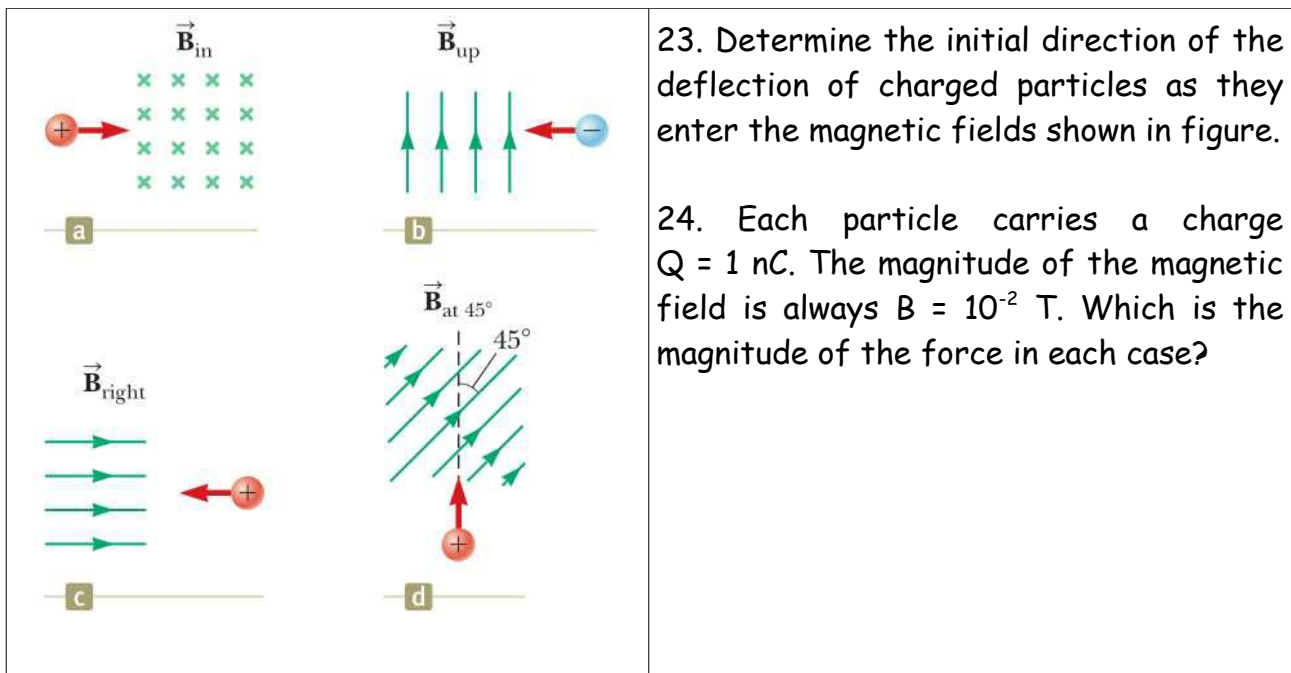
18. In laboratorio abbiamo solenoidi da 500, 1000, 5000, 10000, 22000 spire. Hanno tutti una lunghezza di 7 cm. Quanto è intenso il campo magnetico all'interno di ciascuno di essi, quando vi facciamo passare una corrente di 1 A?

19. Two long parallel conductors, separated by 10.0 cm, carry currents in the same direction. The first wire carries a current $I_1 = 5.00$ A, and the second carries $I_2 = 8.00$ A. (a) What is the magnitude of the magnetic field created by I_1 at the location of I_2 ? (b) What is the force per unit length exerted by I_1 on I_2 ? (c) What is the magnitude of the magnetic field created by I_2 at the location of I_1 ? (d) What is the force per unit length exerted by I_2 on I_1 ?

20. Two parallel wires separated by 4.00 cm repel each other with a force per unit length of $2.00 \cdot 10^{-4}$ N/m. The current in one wire is 5.00 A. (a) Find the current in the other wire. (b) Are the currents in the same direction or in opposite directions? (c) What would happen if the direction of one current were reversed and doubled?

21. A certain superconducting magnet in the form of a solenoid of length 0.500 m can generate a magnetic field of 9.00 T in its core when its coils carry a current of 75.0 A. Find the number of turns in the solenoid.

22. A proton travels with a speed of $5.02 \cdot 10^6$ m/s in a direction that makes an angle of 60.0° with the direction of a magnetic field of magnitude 0.180 T in the positive x direction. What are the magnitudes of (a) the magnetic force on the proton and (b) the proton's acceleration?



23. Determine the initial direction of the deflection of charged particles as they enter the magnetic fields shown in figure.

24. Each particle carries a charge $Q = 1\text{ nC}$. The magnitude of the magnetic field is always $B = 10^{-2}\text{ T}$. Which is the magnitude of the force in each case?

25. Un grosso tubo ha il diametro di 40 cm. Il suo interno è interamente pieno d'acqua, che scorre alla velocità di 1.4 m/s. Qual è la portata del tubo, ovvero il flusso attraverso una sua sezione qualsiasi?

26. Un foglio formato A4 ha dimensioni 210 mm per 297 mm. Lo dispongo perpendicolarmente ad un campo magnetico uniforme di $50\ \mu\text{T}$. Quanto vale il flusso di campo magnetico che attraversa il foglio?

27. Stesso foglio e stesso campo del problema precedente. Ora inclino il foglio, in modo che il versore normale \mathbf{n} formi un angolo di 37° con la direzione del campo magnetico. Quanto vale ora il flusso che lo attraversa? Qual è il flusso quando il versore normale è perpendicolare alle linee di campo?

28. Lungo il bordo del foglio A4 dispongo un filo di rame, fino a formare una spira che racchiude un'area uguale a quella del foglio. Un campo magnetico perpendicolare al foglio varia la sua intensità in modo uniforme: da 0.01 T a zero nel tempo di 1 ms. (a) Quanto vale la tensione indotta lungo la spira? (b) Se il filo di rame con cui la spira è fatta ha una resistenza di $0.5\ \Omega$, quanto è intensa la corrente che circola in essa?

29. A flat loop of wire consisting of a single turn of cross-sectional area 8.00 cm^2 is perpendicular to a magnetic field that increases uniformly in magnitude from 0.500 T to 2.50 T in 1.00 s. What is the resulting induced current if the loop has a resistance of $2.00\ \Omega$?

30. Riferiamoci alla figura 42.3. Il tratto verticale della spira ha lunghezza $H = 12\text{ cm}$. La velocità del tratto mobile è $v = 1.5\text{ m/s}$. Il campo ha un'intensità $B = 0.95\text{ T}$. Quanto vale la tensione indotta lungo la spira?

31. Ora ci riferiamo alla figura 42.4. Supponiamo che la spira abbia raggio $R = 0.10 \text{ m}$, e che il campo magnetico cresca da 0 a 0.50 T nel tempo di 0.10 s . Quanto vale la tensione indotta lungo la spira?

32. La tensione alternata che usiamo negli impianti domestici in Italia ha un valore efficace di 220 V e una frequenza di 50 Hz . Sulla base di questi dati calcolate: (a) il valore di picco della tensione di rete, (b) il periodo dell'oscillazione, (c) il valore efficace e il valore di picco dell'intensità di corrente che circola in un utilizzatore di resistenza $R = 100 \Omega$ alimentato dalla tensione di rete. (d) il valore efficace e il valore di picco della potenza che la rete trasferisce all'utilizzatore.

33. Negli Stati Uniti la tensione di rete ha un valore efficace di 110 V alla frequenza di 60 Hz . Sulla base di queste informazioni rispondete a tutte le domande dell'esercizio precedente.

34. Un campo magnetico diretto lungo l'asse x varia nel tempo secondo la seguente legge: $B(t) = B \cdot \cos(\omega t)$ dove $B = 0.020 \text{ T}$ e $\omega = 10^3 \text{ s}^{-1}$. Una spira circolare di filo di rame, con raggio $r = 10 \text{ cm}$ e resistenza $R = 2 \Omega$ è disposta perpendicolarmente all'asse x . (a) Calcolate l'area racchiusa dalla spira. (b) Esprimete in funzione del tempo il flusso $\Phi(t)$ di campo magnetico che attraversa la spira. (c) fate uno schizzo accurato del grafico della funzione $t \rightarrow \Phi(t)$. (d) Esprimete in funzione del tempo la tensione $V(t)$ indotta attraverso la spira. (e) Esprimete in funzione del tempo l'intensità $i(t)$ della corrente che circola nella spira.

35. When an AC source is connected across a 12.0Ω resistor, the rms current in the resistor is 8.00 A . Find (a) the rms voltage across the resistor, (b) the peak voltage of the source, (c) the maximum current in the resistor, and (d) the average power delivered to the resistor.

36. Quali sono le unità di misura del flusso di campo elettrico?

37. Quali sono le unità di misura del termine Q/ϵ_0 , dove Q è una carica elettrica e ϵ_0 è la costante elettrica del vuoto?

38. Carico un condensatore piano a una differenza di potenziale di 12 V . Le sue armature distano 1 mm . Qual è il flusso di campo elettrico attraverso una superficie piana di area 1 mm^2 , posta tra le armature perpendicolarmente alle linee di campo, orientata in modo che il versore \mathbf{n} punti verso l'armatura positiva? Come cambia la risposta se ruoto la superficie in modo che \mathbf{n} abbia la direzione opposta?

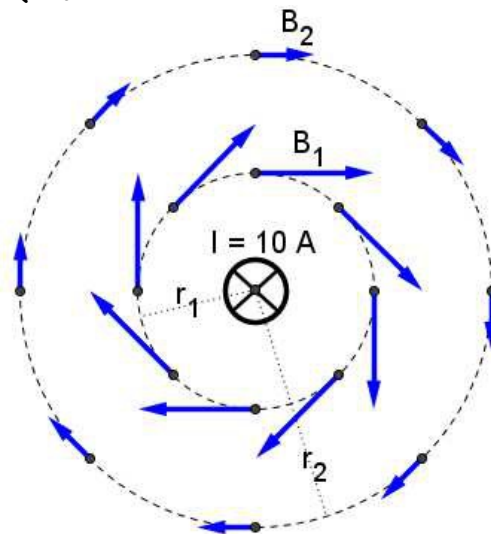
39. Verifica il teorema di Gauss nel caso di una superficie sferica di raggio 10 cm che circonda una carica $Q = 1 \text{ nC}$ posta nel suo centro.

(a) Quanto è intenso il campo elettrico sulla superficie della sfera?

(b) Qual è la sua direzione in ogni punto della superficie?

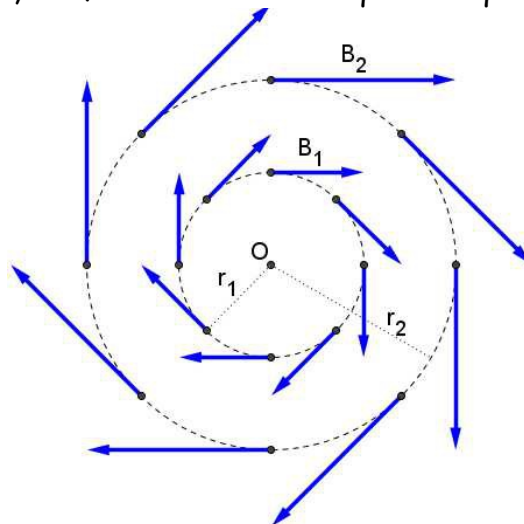
(c) Qual è l'area della superficie sferica?

- (d) Qual è il flusso di campo elettrico che l'attraversa?
 (e) Quanto vale il termine Q/ϵ_0 ?



40. La figura precedente mostra un filo percorso da un'intensa corrente $I = 10 \text{ A}$ che entra nel piano del foglio. Il campo magnetico che circonda il filo si indebolisce con il crescere della distanza da esso. La figura, in particolare, mostra la situazione su due circonferenze che hanno centro nel filo: la prima di raggio $r_1 = 10 \text{ cm}$, la seconda di raggio $r_2 = 20 \text{ cm}$. Nello spazio intorno al filo non ci sono campi elettrici.

- (a) Calcolate l'intensità B_1 del campo magnetico lungo la prima circonferenza.
 (b) Calcolate l'intensità B_2 del campo magnetico lungo la seconda circonferenza.
 (c) Calcolate la circuitazione del campo magnetico lungo la prima circonferenza.
 (d) Calcolate la circuitazione del campo magnetico lungo la seconda circonferenza.
 (e) Commentate i risultati, confrontandoli con la quarta equazione di Maxwell.



41. La figura precedente somiglia un po' a quella dell'esercizio 40. La differenza sta nel fatto che il campo magnetico, questa volta, è generato da una variazione di campo elettrico. I raggi delle circonferenze sono, come prima, $r_1 = 10 \text{ cm}$, $r_2 = 20 \text{ cm}$. Il campo elettrico responsabile di questa situazione è un campo uniforme, perpendicolare al piano della figura, che nel tempo di 10^{-2} s passa dal valore di 100 N/C a zero.

- (a) Calcolate il termine $d\Phi_E/dt$ per il disco di raggio r_1 .
 (b) Calcolate il termine $d\Phi_E/dt$ per il disco di raggio r_2 .

- (c) Calcolate la circuitazione del campo magnetico \mathbf{B} lungo il cerchio di raggio r_1 .
(d) Calcolate la circuitazione del campo magnetico \mathbf{B} lungo il cerchio di raggio r_2 .
(e) Calcolate l'intensità del campo magnetico \mathbf{B}_1 .
(f) Calcolate l'intensità del campo magnetico \mathbf{B}_2 .
-

42. Un'onda elettromagnetica è fatta da un campo elettrico \mathbf{E} che oscilla con un'ampiezza di 100 N/C e una lunghezza d'onda di 10 μm . Quali sono l'ampiezza e la frequenza di oscillazione del campo magnetico \mathbf{B} ?

43. L'antenna posta sul monte di Portofino irradia il segnale di Radio 3 sulla frequenza di 95.1 MHz. Qual è la lunghezza d'onda corrispondente?

44. La figura 44.3 mostra come lo spettro della radiazione visibile si estenda, almeno convenzionalmente, dai 400 nm ai 700 nm di lunghezza d'onda. Quali sono i limiti dello spettro visibile espressi in termini di frequenza della radiazione?

45. Suppose you are located 180 m from a radio transmitter. (a) How many wavelengths are you from the transmitter if the station calls itself 1150 AM? (The AM band frequencies are in kilohertz.) (b) What if this station is 98.1 FM? (The FM band frequencies are in megahertz.)

46. The red light emitted by a helium-neon laser has a wavelength of 632.8 nm. What is the frequency of the light waves?

47. A radar pulse returns to the transmitter-receiver after a total travel time of $4.00 \cdot 10^{-4}$ s. How far away is the object that reflected the wave?

48. In un punto dello spazio si misura un campo elettrico $\mathbf{E} = (80\mathbf{i} + 32\mathbf{j} - 64\mathbf{k})$ N/C. Il campo magnetico, nello stesso punto e nello stesso istante, è $\mathbf{B} = (0.200\mathbf{i} + 0.080\mathbf{j} + 0.290\mathbf{k})$ μT . (a) Calcolate il modulo dei due campi. (b) Dimostrate che il rapporto dei due moduli è effettivamente uguale alla velocità c della luce. (c) Dimostrate che i due campi sono effettivamente perpendicolari l'uno all'altro. (d) Determinate il versore \mathbf{n} della direzione in cui l'onda si propaga.

49. A plane electromagnetic wave varies sinusoidally at 90.0 MHz as it travels through vacuum along the positive x direction. The peak value of the electric field is 2.00 mV/m, and it is directed along the positive y direction. Find (a) the wavelength, (b) the period, and (c) the maximum value of the magnetic field. (d) Write expressions in SI units for the space and time variations of the electric field and of the magnetic field. Include both numerical values and unit vectors to indicate directions.