1. Una particella di carica q entra all'interno di un solenoide percorso da corrente, in direzione perpendicolare alle linee del campo magnetico, con velocità di $1{,}0 \cdot 10^4\ m/s$. Il solenoide è formato da N spire, è lungo 2,0 m e in esso circola una corrente di 10 A. La particella è sottoposta alla forza di Lorentz d'intensità $3{,}14 \cdot 10^{-6}\ N$. La stessa particella immersa in un campo elettrico uniforme d'intensità 20 V/m subisce una forza elettrica di 10 μN. Calcola il numero di spire del solenoide.

$$v = 1.0 \cdot 10^4\ m/s \qquad L = 2{,}0\ m \qquad I = 10\ A \qquad F_L = 3{,}14 \cdot 10^{-6}\ N \qquad E = 20\ V/m \qquad F_E = 10\ \mu N \qquad \alpha = 90° \qquad N?$$

La stessa particella immersa in un campo elettrico uniforme subisce una forza elettrica nota, perciò:

$$E = \frac{F_E}{q} \quad \Rightarrow \quad q = \frac{F_E}{E}$$

Dalla definizione di forza di Lorentz:

$$F_L = qvB\ sen\alpha = qvB$$

E considerando che il campo magnetico all'interno di un solenoide è dato da:

$$B = \mu_o \frac{N}{L} I$$

Otteniamo:

$$F_L = qvB = \frac{F_E}{E} v\mu_o \frac{N}{L} I \quad \Rightarrow \quad N = \frac{F_L\, EL}{F_E v\, \mu_o\, I} = \mathbf{100}$$

2. Una particella carica di massa $1{,}7 \cdot 10^{-7}\ kg$ attraversa senza essere deviata una regione dello spazio in cui sono presenti, e perpendicolari tra loro, un campo magnetico e un campo elettrico. La particella ha un'energia di 45 J e si muove in direzione perpendicolare a entrambi i campi. Il campo elettrico ha un'intensità di $18 \cdot 10^2\ V/m$. Calcola l'intensità del campo magnetico.

$$m = 1{,}7 \cdot 10^{-7}\ kg \qquad K = 45\ J \qquad \alpha = 90° \qquad E = 18 \cdot 10^2\ V/m \qquad B?$$

Dato che la particella attraversa la regione di spazio senza essere deviata, il campo elettrico produce una forza elettrica uguale ed opposta alla forza di Lorentz prodotta dal campo magnetico:
Prima di tutto ricavo la velocità dal valore dell'energia cinetica:

$$K = \frac{1}{2} m v^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

$$F_L = F_E \quad \Rightarrow \quad qvB\ sen\alpha = Eq \quad \Rightarrow \quad vB = E \quad \Rightarrow \quad B = \frac{E}{v} = E\sqrt{\frac{m}{2K}} = \mathbf{7{,}8 \cdot 10^{-2}\ T}$$

3. An alpha particle (the nucleus of a helium atom) consists of two protons and two neutrons, and has a mass of $6.64 \cdot 10^{-27}\ kg$. A horizontal beam of alpha particles is injected with a speed of $1.3 \cdot 10^5\ m/s$ into a region with a vertical magnetic field of magnitude 0.155 T.
   A. How long does it take for an alpha particle to move halfway through a complete circle?
   B. If the speed of the alpha particle is doubled, does the time found in part (A) increase, decrease, or stay the same? Explain.

$$m = 6{,}64 \cdot 10^{-27}\ kg \qquad \alpha = 90° \qquad v = 1{,}3 \cdot 10^5\ m/s \qquad B = 0{,}155\ T \qquad \frac{T}{2}?$$

La forza di Lorentz che agisce sulle particelle alfa è uguale alla forza centripeta. Il problema prevede di determinare il semiperiodo, visto che la richiesta è quella di calcolare il tempo necessario per percorrere metà cerchio:

$$F_L = F_c \quad \Rightarrow \quad qvB\ sen\alpha = m\frac{v^2}{r} \quad \Rightarrow \quad qB = m\frac{v}{r} \quad \Rightarrow \quad qB = \frac{m\frac{2\pi r}{T}}{r} \quad \Rightarrow \quad \frac{T}{2} = \frac{m\pi}{qB} = \mathbf{0{,}42\ \mu s}$$

Come evidenziato dal risultato, il periodo non dipende dalla velocità del raggio, perciò pur raddoppiando la velocità, **il periodo resterà lo stesso**.

4. Una bobina quadrata di lato 12,0 cm composta di 18 spire è immersa in un campo magnetico di valore $6{,}30 \cdot 10^{-4}\ T$ la cui direzione forma un angolo di 16,0° con la perpendicolare alla bobina. La bobina viene poi fatta ruotare di 45,0° rispetto alla posizione originaria in modo da aumentare al massimo l'angolo tra il campo magnetico e l'asse della bobina. Calcola la variazione percentuale del flusso del campo magnetico dovuta alla rotazione della bobina.

$L = 12{,}0\ cm$ $\quad N = 18$ $\quad B = 6{,}30 \cdot 10^{-4}\ T$ $\quad \alpha_1 = 16{,}0°$ $\quad \alpha_2 = 16{,}0° + 45{,}0°$ $\quad \Delta\Phi_{\%}?$

A partire dalla definizione di flusso del campo magnetico di una bobina con N spire:

$$\Phi = L^2 NB \cos\alpha$$

Perciò, per determinarne la variazione percentuale:

$$\Delta\Phi_{\%} = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Phi_1} = \frac{L^2 NB\,(\cos 61° - \cos 16°)}{L^2 NB \cos 16°} = \frac{\cos 61° - \cos 16°}{\cos 16°} = \mathbf{-49,6\%}$$