71

Un elettrone entra in un campo magnetico uniforme di modulo 2,0 T con una velocità di $2{,}0 \times 10^6$ m/s che forma un angolo di 45° con le linee del campo. Calcola:

- il raggio della traiettoria elicoidale descritta dall'elettrone;
- il passo dell'elica.

[$4{,}0 \times 10^{-6}$ m; $2{,}5 \times 10^{-5}$ m]

$$v_\perp = v \sin 45^\circ = v \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow r = \frac{m v_\perp}{|q| B} = \frac{(9{,}11 \times 10^{-31}\ \text{kg})(2{,}0 \times 10^6\ \frac{\text{m}}{\text{s}})\frac{\sqrt{2}}{2}}{(1{,}602 \times 10^{-19}\ \text{C})(2{,}0\ \text{T})}$$

$$= 4{,}021\ldots \times 10^{-6}\ \text{m} \simeq \boxed{4{,}0 \times 10^{-6}\ \text{m}}$$

PASSO

$$\Delta s = v \cos 45^\circ \frac{2\pi m}{|q| B} = \left(2{,}0 \times 10^6\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)\frac{\sqrt{2}}{2}\ \frac{2\pi\,(9{,}11 \times 10^{-31}\ \text{kg})}{(1{,}602 \times 10^{-19}\ \text{C})(2{,}0\ \text{T})} =$$

$$= 25{,}265\ldots \times 10^{-6}\ \text{m} \simeq \boxed{2{,}5 \times 10^{-5}\ \text{m}}$$

70 ◆◆◆ Un elettrone e un protone vengono introdotti contemporaneamente, con la stessa velocità, in un campo magnetico uniforme diretto perpendicolarmente alla direzione della velocità delle particelle.

▸ Calcola il rapporto r_p / r_e tra i raggi delle traiettorie descritte dalle due particelle.

[$1{,}84 \times 10^3$]

$$F_L = m \frac{v_\perp^2}{r}$$

$$\Downarrow$$

$$|q| \cancel{v_\perp} B = m \frac{v_\perp^{\cancel{2}}}{r}$$

$$\Downarrow$$

$$r = \frac{m v_\perp}{|q| B}$$

$$\frac{r_p}{r_e} = \frac{\dfrac{m_p \cancel{v_\perp}}{\cancel{e B}}}{\dfrac{m_e \cancel{v_\perp}}{\cancel{e B}}} = \frac{m_p}{m_e} = \frac{1{,}67 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}}{9{,}11 \times 10^{-31}\ \mathrm{kg}} =$$

$$= 0{,}1833\ldots \times 10^4 \simeq \boxed{1{,}83 \times 10^3}$$

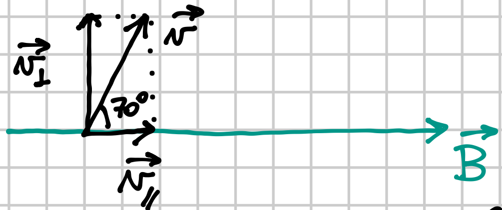
73 ◆◆◆ Un campo magnetico di modulo $B = 8{,}2 \times 10^{-2}$ T è generato da un solenoide che ha diametro $d = 25$ cm e lunghezza $L = 42$ cm. Un protone arriva alla base del solenoide e vi entra con una velocità $\vec{v}$ che forma un angolo $\alpha = 70°$ con l'asse del solenoide. Il protone, prima di uscire dal solenoide, percorre una traiettoria elicoidale di raggio $R = 5{,}0$ cm. Calcola:

▸ il modulo della velocità del protone;

▸ il numero di spire dell'elica contenute nel solenoide;

▸ l'intervallo di tempo impiegato dal protone a uscire dal solenoide.

[$4{,}2 \times 10^5$ m/s; 3,7; $2{,}9 \times 10^{-6}$ s]



$$v_\parallel = v \cos 70°$$

$$v_\perp = v \sin 70°$$

$$R = \frac{m v_\perp}{e B} = \frac{m v \sin 70°}{e B}$$

$$\Rightarrow v = \frac{R e B}{m \sin 70°} = \frac{(5{,}0 \times 10^{-2}\ \mathrm{m})(1{,}602 \times 10^{-19}\ \mathrm{C})(8{,}2 \times 10^{-2}\ \mathrm{T})}{(1{,}67 \times 10^{-27}\ \mathrm{kg}) \sin 70°} =$$

$$= 41{,}854\ldots \times 10^4\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \simeq \boxed{4{,}2 \times 10^5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}$$

PASSO

$$\Delta S = v_\parallel T = v \cos 70° \frac{2\pi R}{v_\perp} = \cancel{v} \cos 70° \frac{2\pi R}{\cancel{v} \sin 70°} = 2\pi R \cot 70°$$

n° spire

$$N = \frac{L}{\Delta S} = \frac{42 \times 10^{-2}\ \mathrm{m}}{2\pi (5{,}0 \times 10^{-2}\ \mathrm{m}) \cot 70°} = 3{,}67\ldots \simeq 3{,}7$$

$$\Delta t = \frac{L}{v_\parallel} = \frac{42 \times 10^{-2}\ \mathrm{m}}{(4{,}185\ldots \times 10^5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}) \cos 70°} = 29{,}34\ldots \times 10^{-7}\ \mathrm{s} \simeq \boxed{2{,}9 \times 10^{-6}\ \mathrm{s}}$$

oppure

$$\Delta t = \underbrace{N}_{\text{n° spire}} \cdot \underbrace{T}_{\text{periodo}}$$