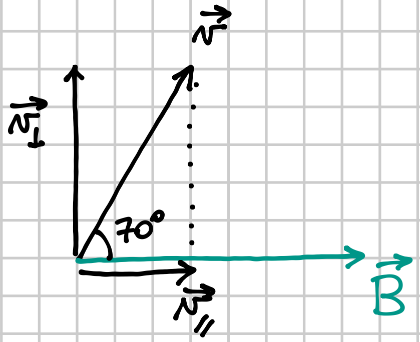
73 ◆◆◆ Un campo magnetico di modulo $B = 8{,}2 \times 10^{-2}$ T è generato da un solenoide che ha diametro $d = 25$ cm e lunghezza $L = 42$ cm. Un protone arriva alla base del solenoide e vi entra con una velocità $\vec{v}$ che forma un angolo $\alpha = 70°$ con l'asse del solenoide. Il protone, prima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



R = raggio del moto circolare uniforme

$F_c = m \dfrac{v_\perp^2}{R}$ → forza centripeta

$\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}$ $\quad q = e$ CARICA ELEMENTARE

$\Downarrow$

$F_L = e v B \cdot \sin 70°$ la forza di Lorentz fa da forza centripeta

$$m \frac{v_\perp^2}{R} = e v B \cdot \sin 70° \qquad v_\perp = v \sin 70°$$

$$m \frac{v^{\cancel{2}} \cdot \sin^{\cancel{2}} 70°}{R} = e \cancel{v} B \cancel{\sin 70°}$$

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

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

Per trovare il numero di avvolgimenti calcolo il passo dell'elica e divido la lunghezza del solenoide per tale passo

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

$$v_\perp = \frac{2\pi R}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v_\perp}$$

$$N = \frac{L}{2\pi R \cot 70°} = \frac{L \tan 70°}{2\pi R} = \frac{(42\,cm)\tan 70°}{2\pi\,(5{,}0\,cm)} = 3{,}673\ldots \simeq \boxed{4}$$

N → numero avvolgimenti

$$\Delta t = \frac{L}{v_{/\!/}} = \frac{42 \times 10^{-2}\,m}{\left(4{,}1854\ldots \times 10^{5}\,\frac{m}{s}\right)\cdot \cos 70^{\circ}} =$$

$v \cos 70^{\circ}$

$$= 29{,}34\ldots \times 10^{-7}\,s \simeq \boxed{2{,}9 \times 10^{-6}\,s}$$