Esercizio 1

Una particella α, di carica $q = 2|e|$ (e=-1.6 10^{-19} C è la carica dell'elettrone) e massa m=6.68 10^{-27} Kg, è in moto in un campo magnetico di intensità B=1 T con velocità pari a 1/15 della velocità della luce, ortogonale al campo. Calcolare il raggio della sua traiettoria e il periodo di rotazione.

Soluzione:

$$R = \frac{mv}{qB} \cong 42cm$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB} \cong 1.3 \cdot 10^{-7} \sec$$

Esercizio 2

Un elettrone è accelerato da una differenza di potenziale pari a 5000 V ed è diretto verso una regione in cui vi sono due elettrodi piani paralleli, distanti tra loro 5 cm, ai quali è applicata una differenza di potenziale pari a 1000 V. L'elettrone entra perpendicolarmente al campo $\bar{E}$ presente tra i due elettrodi. Determinare il campo $\bar{B}$ che deve essere presente tra gli elettrodi affinchè l'elettrone non venga deviato.

Soluzione: Inizialmente l'elettrone viene portato ad una velocità v_0 che si ottiene uguagliando la sua energia cinetica (supponiamo trascurabile la sua velocità iniziale) al lavoro compiuto dalla prima differenza di potenziale:

$$|e|V_1 = \frac{1}{2} m_e v_0 \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{2|e|V_1}{m_e}} \cong 4.2 \cdot 10^7 m/\sec .$$

Quando si trova tra i due elettrodi è soggetto ad una forza di natura elettrostatica, diretta dall'elettrodo negativo verso quello positivo, di modulo $F_e = |e|E = |e|{V^2}/{d}$, dove d è la distanza tra i due elettrodi, e, se il campo $\vec{B}$ è ortogonale alla velocità e parallelo agli elettrodi, ad una forza di Lorentz di modulo $F_m = |e|v_0 B$. Ugualiando le due forze si ricava:

$$B = \frac{V_2}{v_0 d} \cong 4.8 \cdot 10^{-4} T.$$

Esercizio3

Un protone di massa **m** e carica **+e** ed una particella di massa **4m** e carica **+2e** si muovono in un campo magnetico uniforme descrivendo circonferenze di uguale raggio, con velocità non relativistica.

a) Calcolare il rapporto tra le velocità lineari, le velocità angolari e le energie cinetiche.
b) Qualora le particelle descrivessero eliche identiche, calcolare i rapporti tra le componenti parallela e perpendicolare all'asse dell'elica della velocità lineare.

Soluzione:

a) Il raggio R della circonferenza descritto da una particella di massa m e carica q che si muove in un campo magnetico B con velocità lineare v è dato da

$$R = \frac{mv}{qB}$$

Nel presente problema le due particelle sono immerse nello stesso campo magnetico e descrivono circonferenza uguali, per cui imponendo $R_p = R_\alpha$ si trova il rapporto tra le velocità lineari

$$\frac{v_p}{v_\alpha} = \frac{q_p m_\alpha}{q_\alpha m_p} = \frac{4}{2} = 2$$

Essendo $v = \omega R$ si ha che il rapporto tra le velocità angolari è

$$\frac{\omega_p}{\omega_\alpha} = 2$$

Infine essendo l'energia cinetica $E = \dfrac{mv^2}{2}$

$$\frac{E_p}{E_\alpha} = 4$$

b) La componente perpendicolare all'asse dell'elica si ottiene considerando la componente del moto lungo la circonferenza, per cui:

$$\frac{v_{p\perp}}{v_{\alpha\perp}} = \frac{q_p m_\alpha}{q_\alpha m_p} = 2$$

La componente parallela all'asse dell'elica è tale da fare percorrere alla particella un tratto L (passo dell'elica) in un tempo $T = \dfrac{2\pi}{\omega}$, pari cioè al periodo impiegato per percorrere la circonferenza.
Descrivendo eliche identiche, i due passi saranno uguali, per cui:

$$L_\alpha = v_{\alpha //} \frac{2\pi}{\omega_\alpha} = L_{p //} \frac{2\pi}{\omega_p}$$

cioè:

$$\frac{v_{p //}}{v_{\alpha //}} = 2$$