

# MOTO DI PARTICELLE CARICHE IN CAMPO MAGNETICO

I

se c'è campo magnetico  $\vec{B}$  si usa forza  
di Lorentz per misura di impulso



$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$$

in generale  $\vec{p} = \vec{p}_{\parallel} + \vec{p}_{\perp}$  (rispetto a  $\vec{B}$ )

$p_{\parallel}$  è cost

$p_{\perp} \rightarrow$  FdL e mot circolare  
uniforme

$\Rightarrow$  mot in un'elica 3D



Assumiamo  $\vec{p} \perp \vec{B}$

$$\Rightarrow F = qvB = \frac{q}{m} p B$$

$$m F = ma = m \frac{v^2}{R} = \frac{p^2}{mR}$$

mot  
circolare uniforme

$$\Rightarrow \frac{p^2}{mR} = \frac{q}{m} p B$$

raggio di curvatura

[2]

$$\Rightarrow \boxed{p = q R B}$$

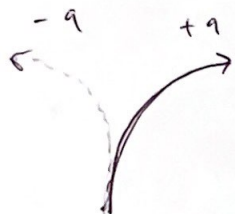
ora, passando alle unita' naturali

numero intero

~~100 MeV~~

$$p [\text{GeV}] = 0.3 \cdot q \cdot R [\text{m}] \cdot B [\text{T}]$$

$$\Rightarrow p [\text{GeV}] = 0.3 \cdot \underbrace{R [\text{m}]}_{\text{raggio di curvatura}} \cdot B [\text{T}] \quad \text{per cariche unitarie}$$



raggio di curvatura



con B noto

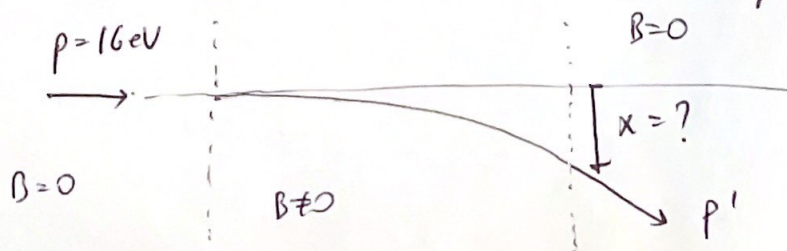
da R si ottiene p

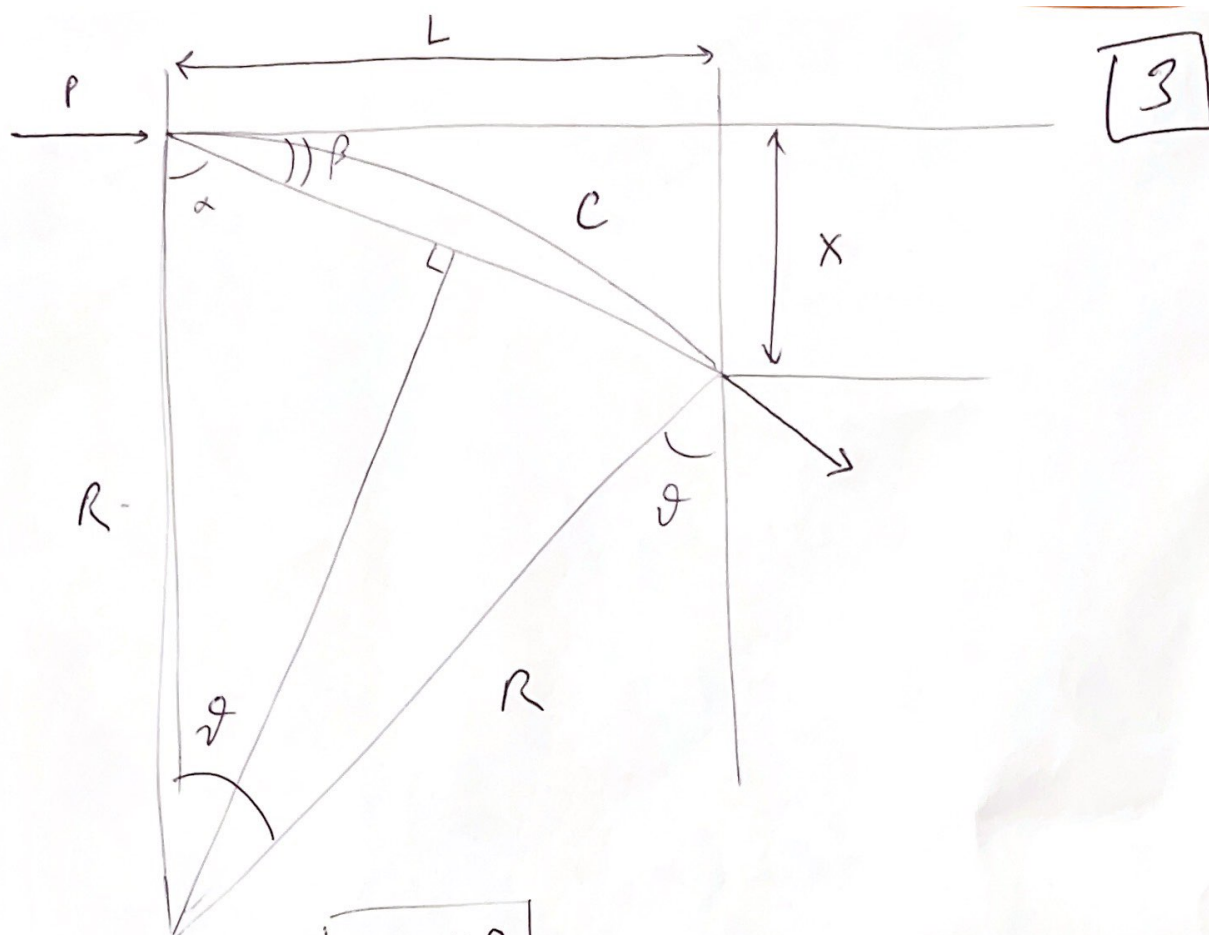
da verso si ottiene segno di q

con q unitaria!

[EX]

Una particella con  $q = +1$  viaggia con  $p = 1 \text{ GeV}$  nella direzione delle  $x$ . Entra in una regione con  $B = 0.5 \text{ T}$  nella direzione  $\hat{z}$  ( $\vec{B} = B \hat{z}$ ) lunga  $10 \text{ cm}$ . Di quanto si e' spostata dalla linea di volo all'uscita del campo  $B$ ?





$$p = \gamma R \beta$$

$$\left[ \frac{C}{R} = \gamma \right] \text{ se } \gamma \ll 1 \Rightarrow C \sim L \Rightarrow \left[ \frac{L}{R} \sim \gamma \right]$$

$$\text{del triángulo } \alpha = \pi - \frac{\pi}{2} - \frac{\gamma}{2} = \frac{\pi}{2} - \frac{\gamma}{2}$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{\pi}{2} - \alpha = \frac{\gamma}{2}$$

$$\Rightarrow \left[ \frac{X}{L} = \tan \frac{\gamma}{2} \right] \text{ se } \gamma \ll 1 \Rightarrow \left[ \frac{X}{L} \sim \frac{\gamma}{2} \right]$$



dalle ultime due

4

$$\vartheta = \frac{L}{R} \Rightarrow \frac{x}{L} = \frac{L}{2R}$$

e dalle prime  $R = \frac{p}{qB}$

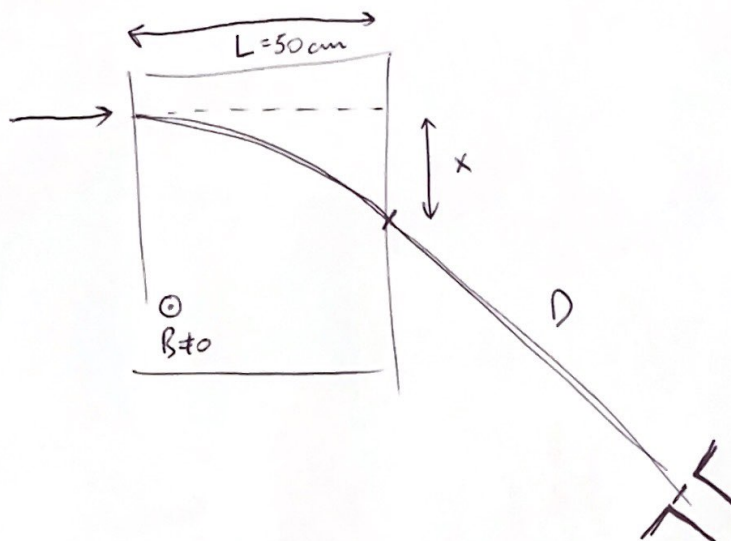
$$\Rightarrow \frac{x}{L} = \frac{L}{2p} qB$$

$$\begin{aligned} \text{(c)} \quad x &= q \cdot \frac{BL^2}{2p} = 0.3 \frac{B[\text{T}] \cdot L^2[\text{m}^2]}{2p[\text{GeV}]} = \\ &= 0.3 \frac{0.5 \cdot 0.1^2}{2 \cdot 1} = 0.00075 \text{ m} \\ &= 0.75 \text{ mm} \end{aligned}$$

quindi  $\vartheta$  è piccolo...

EX

Un fascio di pille con carica  $+e$  entra in uno spettrometro lungo 50 cm con campo  $B = 1.7 \text{ T}$ .  
In uscita le particelle entrano in un collimatore posto a  $D = 10 \text{ m}$ .



5

- (a) a che distanza  $x$  dalla linea di volo iniziale esce dalla regione di campo magnetico se hanno  $p = 2 \text{ GeV}$ ?

da esercizio di prova  $x = q \frac{BL^2}{2p}$

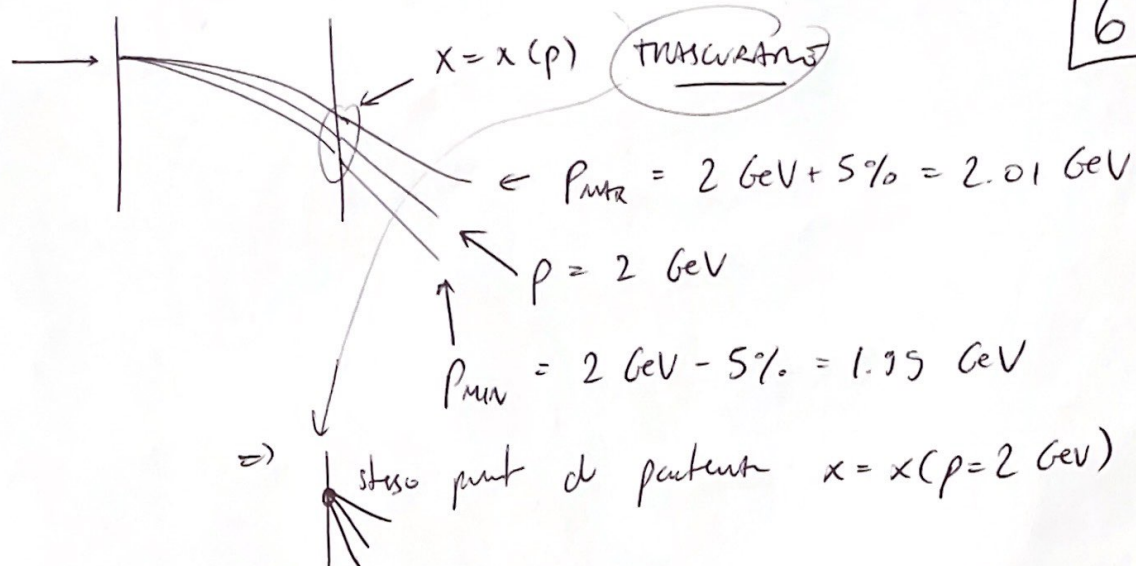
$$\Rightarrow x[\text{m}] = 0.3 \frac{B[\text{T}] \cdot L^2[\text{m}^2]}{2p[\text{GeV}]} = \text{mm}$$

$$= 0.3 \frac{1.7 \cdot 0.5^2}{2 \cdot 2} = 0.032 \text{ m} = 3.2 \text{ cm}$$

- (b) Quale deve essere la spenza del collimatore t.c. venga selezionate solo pille con  $\pm 0.5\%$  di impulso rispetto a valore nominale (2 GeV)?

(\*) Iniziarne  $x = x(p)$

6



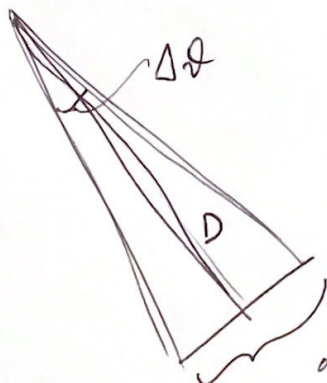
In generale  $\vartheta = \vartheta(p)$  infatti  $\vartheta = \frac{L}{R} = \frac{qLB}{p_{\text{tr}}}$

$$\Rightarrow \vartheta_{\text{min}} = \frac{qLB}{p_{\text{max}}} \quad \text{e} \quad \vartheta_{\text{max}} = \frac{qLB}{p_{\text{min}}}$$

$$\Rightarrow \Delta\vartheta = \vartheta_{\text{max}} - \vartheta_{\text{min}} = qLB \left( \frac{1}{p_{\text{min}}} - \frac{1}{p_{\text{max}}} \right)$$

$$= qLB \left( \frac{p_{\text{max}} - p_{\text{min}}}{p_{\text{min}} p_{\text{max}}} \right) =$$

$$= 0.3 \cdot 0.5 \cdot 1.7 \left( \frac{2.01 - 1.99}{1.99 \cdot 2.01} \right) = 0.00127 \text{ rad} \\ = 1.27 \text{ mrad}$$



$$d = D \Delta\vartheta = 10 \text{ m} \cdot 1.27 \text{ mrad} = 1.27 \text{ cm}$$



EX

7

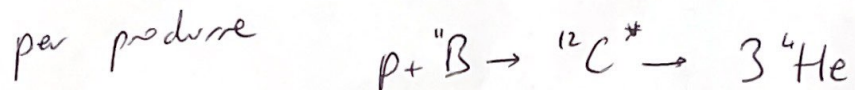
Un bersaglio di tetraborato di litio

( $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ , massa molecolare 169.11 g/mol,  
densità  $\rho = 2.4 \text{ g/cm}^3$ , spessore  $d = 10 \mu\text{m}$ )

viene irradiato con un fascio di protoni

con  $E = 675 \text{ keV}$  e potenza  $P = 6.75 \mu\text{W}$

per produrre



Un rivelatore che copre il 30% dell'angolo solido  
osserva 27000 reazioni in un minuto

- Calcolare il numero di protoni che arrivano sul bersaglio nell'unità di tempo
- In densità del bersaglio, sapendo che l'abbondanza isotopica del  ${}^{10}\text{B}$  è 80%
- In sezione d'urto del processo

⚠ PER L'ANNO PROSSIMO: c'è tempo per 1-2 pagine  
in più