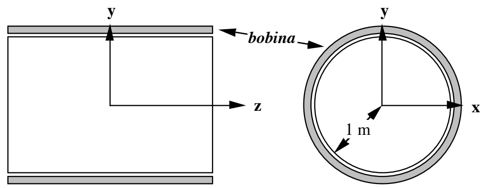
3. In un esperimento presso un anello di collisione le traiettorie delle particelle cariche sono ricostruite in un rivelatore cilindrico di raggio $r = 1\ m$ riempito con gas a pressione di 4 atmosfere e immerso nel campo magnetico uniforme di un solenoide $B_z = 0.4\ T$. Nel centro del rivelatore viene prodotta una particella di carica e con impulso giacente sul piano xy e pari a $p_T = 4\ GeV/c$. La particella ha massa $m \ll p/c$. Calcolare il raggio di curvatura della traiettoria, l'angolo di deflessione nel piano trasverso all'uscita del rivelatore, l'angolo r.m.s. di diffusione coulombiana nel piano trasverso all'uscita del rivelatore e l'energia perduta nel rivelatore. Verificare che $\langle\theta_{rms}\rangle \ll \theta_{curv}$, $\Delta E \ll E$.



[Per il gas, a condizioni NTP,
$\rho = 2\ 10^{-3}\ g\ cm^{-3}$; $X_o = 40\ g\ cm^{-2}$; $\langle dE/dx\rangle = 2\ MeV\ g^{-1}cm^2$]

ATTENZIONE! Versione semplificata dell'esercizio: si assume per la particella un moto nel piano trasverso ($p = p_T = 4GeV/c$).
Il raggio di curvatura è dato da:

$$R[m] = \frac{p_T[GeV]}{0.3B[T]}; \quad (1)$$

$$R = \frac{4}{0.3\cdot 0.4} m \sim 33\,m\,. \quad (2)$$

Approssimando l'arco di circonferenza percorso con il raggio del detector, l'angolo di deflessione corrispondente si può calcolare semplicemente come:

$$\theta = \frac{r}{R} \sim 0.03\,rad\,. \quad (3)$$

Con una pressione di 4 atmosfere, la densità del gas è 4 volte quella a 1 atmosfera, quindi $\rho = 8\cdot 10^{-3}$. Di conseguenza la lunghezza di radiazione è:

$$X_0 = \frac{40\,g\,cm^{-2}}{\rho} = 50\,cm\,. \quad (4)$$

Approssimando ancora l'arco di circonferenza con il raggio del detector, il numero di lunghezze di radiazione attraversate è $r/X_0 = 1/50 = 0.02$. Quindi:

$$<\theta_{MS}> = \frac{21\,MeV}{4\cdot 10^3\,MeV}\sqrt{\frac{1}{50}} \sim 7.4\cdot 10^{-4}\,rad. \quad (5)$$

avendo usato $\beta \sim 1$. Proiettando sul piano trasverso, questo corrisponde a $<\theta_{xy}> = <\theta_{MS}>/\sqrt{2} \sim 5.2\cdot 10^{-4}\,rad$. Infine, la perdita di energia e' data da:

$$\Delta E = \left|\frac{dE}{dx}\right|\Delta x = \rho\cdot 2\frac{MeV}{g\,cm^{-2}}\cdot r = 8\cdot 10^{-3}\cdot 2\,MeV = 1.6\,MeV \quad (6)$$