1 dic 2017

Dati utili per vari materiali
file *tabelle-utili.pdf*

Materiale	Z	A	nuclear interaction length (g/cm2)	radiation length g/cm2	cm	density (g/cm3)	minimum dE(coll)/dx (MeV/g/cm2)
Alluminio (Al)	13	27,0	106,4	24,0	8,9	2,7	1,615
Argon gas TPN (Ar)	18	39,95	117,2	19,6	11000	0,001782	1,476
Argon liquido (Ar)	18	39,95	117,2	19,6	14,0	1,396	1,476
Aria gas TPN			90,0	36,7	30420,0	0,001205	1,815
Aria liquida			90,0	36,7	28,4	1,2931	1,815
Ferro (Fe)	26	55,8	131,9	13,9	1,76	7,87	1,76
Grafite (C)	6	12,0	86,3	42,7	18,84	2,265	1,74
Piombo (Pb)	82	207,0	194,0	6,4	0,56	11,35	1,12
Polyvinyltolulene (scint)			81,5	43,8	42,5	1,03	1,96
Silicio cristallino (Si)	14	28,0	106,0	21,8	9,36	2,33	1,664

1 dic 2017

Esercizio 1 (domande)

Per ognuna delle seguenti particelle:

1) e^- di energia *2.5 MeV* (da tipica sorgente di calibrazione)
2) e^- di energia *100 MeV* (da LINAC)
3) π^- di energia *1 GeV* (da protoni su bersaglio fisso)
4) μ^- di energia *45 GeV* (tipico di LEP-I)
5) p di energia *7 TeV* (fascio di LHC)

che attraversano i seguenti materiali:

a) *2 mm* di Piombo
b) *2mm* di scintillatore plastico
c) *300 μm* di Silicio
d) *1 m* di aria

utilizzando le tabelle fornite o reperendo le necessarie informazioni sul web, calcolare:

i) perdita di energia per irraggiamento (ΔE_{irr})
ii) perdita di energia per collisioni (ΔE_{coll})
iii) probabilitá di interazione forte con i nuclei (P_{strong})
iv) angolo quadratico medio nel piano (θ_0)

Esercizio 1
Soluzione per il caso (*a*) : *2mm* Piombo

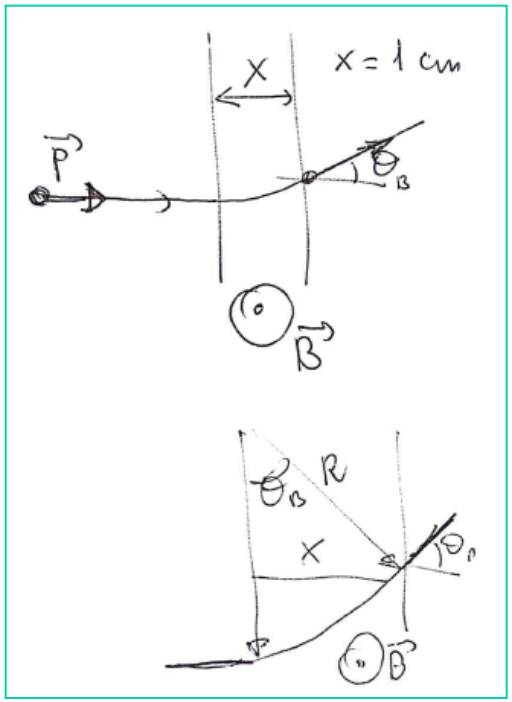
particella	ΔE_{irr}	ΔE_{coll}	P_{strong}	θ_0
e^- E =*2.5 MeV*	~27 keV (*)	2.5 MeV (**)	0	n/a (**)
e^- E =*100 MeV*	30.0 MeV	3.2 MeV	0	81 mrad
π^- E = *1 GeV*	0	2.7 MeV	1.2 %	8.1 mrad
μ^- E = *45 GeV*	~ 40 keV	3.6 MeV	0	0.18 mrad
p E = *7 TeV*	~ 20 MeV	4.1 MeV	1.2 %	1.2 μrad

(*) si può effettuare la valutazione di rallentamento istantaneo dalla velocità iniziale a zero, in modo simile a quanto si effettua per la radiazione durante l'emissione (vedi Jackson)
(**) in questo caso vi è un completo assorbimento: vedere le curve Range-Energia.
(***) consideriamo il valore medio fra *30* e *100 MeV* : *1.41 MeV/g/cm*^{2}.

1 dic 2017

Esercizio 2
(I pagina)

Un protone incide perpendicolarmente su una lastra di spessore $x=1cm$ di Ferro magnetizzato in cui il campo magnetico ha modulo B perpendicolare alla velocitá del protone.
Calcolare il rapporto fra θ_0 (angolo quadratico medio nel piano perpendicolare al campo magnetico) e θ_B (angolo di deflessione dovuta al campo magnetico) in funzione dell'impulso P del protone e di B.
Dire per quali valori della quantitá di moto del protone tale valutazione è valida.



SOLUZIONE (I parte)

Nonostante lo spessore sia $1/1.76 = 57\%X_o$, l'irraggiamento é comunque trascurabile per impulsi del protone $P < 1TeV$.

Se richiediamo che la perdita di energia per collisioni sia piccola (a titolo di esempio imponiamo <10%) avremo invece $P > 0.8GeV$, in quanto per $P=0.8GeV$ si ha $\Delta E \sim 30MeV$.

Notiamo che la probabilitá di collisione nucleare é circa

$$\sigma_0 A^{1/3} \frac{\rho N_A}{A} x = 60mb(55.8)^{2/3} \frac{7.87g/cm^2}{55.8} 6x10^{23} \approx 7.4\%$$

1 dic 2017

Esercizio 2
(II pagina)

SOLUZIONE (II parte)

Calcoliamo l'angolo di deflessione magnetica nell'ipotesi, da verificare a posteriori, di piccoli angoli.

$$R = \frac{P}{eB} = \frac{10}{3}\frac{P(GeV/c)}{B(T)} \Rightarrow \quad \sin\vartheta_B = \frac{x}{R} = 3x10^{-3}\frac{B(T)}{P(GeV/c)} \Rightarrow$$

$$\vartheta_B \approx 3mrad\frac{B(T)}{P(GeV/c)} \quad \text{se } P(GeV)/B(T) >\sim 1$$

L'angolo quadratico medio (nel piano !) di multiplo scattering é $\vartheta_0 = \frac{13.6MeV}{PV}\sqrt{\frac{x}{X_0}} \approx \frac{10.3mrad}{P(GeV/c)}$

Quindi nel Ferro il rapporto fra i due angoli, per un dato spessore ed impulso che implichino piccole deflessioni, non dipende da P e vale: $\frac{\vartheta_0}{\vartheta_B} \approx \frac{3.4}{B(T)}$

Ulteriore domanda: calcolare il rapporto fra i due angoli per un dato spessore generico x.

Risposta: $\frac{\vartheta_0}{\vartheta_B} \approx \frac{3.4}{B(T)\sqrt{x(cm)}}$

1 dic 2017

Esercizio 3
(testo)

TESTO

Calcolare la precisione con cui si misura l'impulso di una particella che attraversi una regione di lunghezza x in cui si trovi un campo magnetico B perpendicolare alla sua velocitá. La regione è riempita di un materiale omogeneo di caratteristiche note e l'angolo di deflessione nel piano è misurato con una precisione $\Delta\alpha_{mis}$.

IPOTESI di LAVORO

Si ipotizzi che l'angolo (α) della deflessione nel piano dovuta al campo magnetico sia piccolo ($\alpha << 1$), ma comunque grande rispetto alla precisione della misura ($\Delta\alpha_{mis} << \alpha$). Si lavori nell'ipotesi che il mezzo sia di bassa densità, in modo che si abbia anche $\theta_0 << \alpha$.

Nota: $\Delta\alpha_{mis}$ e θ_0 possono avere lo stesso ordine di grandezza.

1 dic 2017

Esercizio 4
(testo)

Un muone attraversa una regione di lunghezza x riempita di un materiale omogeneo di caratteristiche note. L'angolo di deflessione nello spazio è misurato con una precisione $\Delta\theta_{mis}$. Quale e' la migliore stima dell'impulso del muone e quale é la precisione della misura? [Nota: NON vi sono campi magnetici] [Nota: rispondere prima nel caso si abbia $\Delta\theta_{mis}=0$]

Si può migliorare la misura suddividendo in N parti lo spessore x ed effettuando la misura della deflessione N volte?