

Programma di Rivelatori della Fisica Nucleare e Subnucleare
A.A. 08-09 (5CFU)
(prof. S. Nuzzo)

Interazione della radiazione con la materia.

Sezione d'urto. Probabilità di interazione in una distanza x . Cammino libero medio. Perdita di energia di particelle pesanti cariche per collisioni atomiche. Calcolo classico di Bohr. Interpretazione di Fermi. Formula di Bethe e Bloch. Scaling di dE/dx . Limiti della B-B. Range. Scaling del Range. Radiazione Cherenkov. Perdita di energia di elettroni e positroni. Perdita per collisione. Bremsstrahlung. Energia critica. Lunghezza di radiazione. Range degli elettroni. Scattering multiplo coulombiano. Approssimazione gaussiana. Energy straggling. Distribuzione della perdita di energia. Assorbitori sottili, approssimazione gaussiana. Assorbitori molto sottili. Teoria di Vavilov e Landau. Interazione di fotoni. Effetto fotoelettrico. Scattering Compton. Produzione di coppie. Sciami elettromagnetici. Coefficiente di assorbimento ed attenuazione. Interazione di neutroni. Rallentamento e moderazione.

Rivelatori di particelle.

Caratteristiche generali. Sensibilità, risposta, risoluzione energetica. Fattore di Fano. Risposta temporale. Risoluzione temporale e spaziale. Efficienza. Tempo morto. Misura del tempo morto.

Rivelatori a ionizzazione.

Rivelatori a gas. Meccanismo di ionizzazione. Numero medio di coppie elettrone-ione create. Ricombinazione ed attachment. Trasporto di elettroni e ioni in un gas. Diffusione. Drift e mobilità. Moltiplicazione a valanga. Contatore proporzionale cilindrico. Formazione e forma dell'impulso. Scelta del gas. Camera proporzionale a molti fili. Principi di funzionamento. Costruzione. Risoluzione spaziale e temporale. Metodi di lettura. Cluster. Efficienza. Camera a drift. Tipi di gas. Risoluzione spaziale. Operazione in campo magnetico. Camera a Proiezione Temporale.

Tubi streamer.

Struttura dei tubi. Campo elettrico all'interno di un tubo streamer. Processo di amplificazione del gas. Risoluzione temporale di un tubo. Moltiplicazione nel gas. Processo di streamer in geometria piana. Processo di streamer in geometria cilindrica. Formazione del segnale sugli elettrodi. Impulso sull'anodo centrale dovuto al moto degli ioni positivi. Impulso sull'anodo centrale dovuto al moto degli elettroni. Impulso sulle pad e sulle strip. Proprietà dei tubi streamer. Plateau in singole. Spettro di carica degli impulsi streamer. Tempo morto. Digitalizzazione dei segnali.

Utilizzo in calorimetria adronica. Misura dell'energia di uno sciame adronico. Formazione del segnale di torre. Mixer Box. Convertitore analogico digitale, ADC. Convertitore di Wilkinson. Convertitore ad approssimazione successiva. Flash ADC. Multiplexing analogico. Parametri caratteristici di un ADC. Sottrazione del piedistallo. Memorizzazione del pattern digitale. Elettronica di front-end. Tempificazione al LEP.

Rivelatori a scintillazione.

Scintillatori organici: cristalli, liquidi, plastici. Scintillatori inorganici. Scintillatori gassosi. Vetri. Risposta luminosa. Linearità. Dipendenza dalla temperatura. Pulse Shape Discrimination. Efficienza per le varie radiazioni: ioni pesanti e particelle cariche, elettroni, gamma, neutroni.

Fotomoltiplicatori.

Principi costruttivi e operatività. Il fotocatodo. Il sistema ottico. Moltiplicazione elettronica. Dinodi. Risposta. Parametri operativi. Guadagno e alimentazione. Corrente. Linearità. Forma dell'impulso. Tempo di risposta e risoluzione temporale. Rumore. Corrente di buio ed afterpulsing. Rumore statistico. Fattori ambientali: luce, campo magnetico, temperatura. Stabilità.

Assemblaggio del rivelatore.

Raccolta della luce. Riflessione. Accoppiamento al PM. Guide di luce. Convertitori di radiazione fluorescente. Operatività. Test di un contatore. Determinazione della tensione di lavoro. Plateau.

Rivelatori a semiconduttore.

Principi base. Struttura a bande. Portatori di carica. Mobilità. Ricombinazione e intrappolamento. Drogaggio. Giunzione p-n. Zona di deplezione. Capacità. Polarizzazione inversa. Caratteristica di un semiconduttore. Energia media per coppie elettrone-buco. Linearità. Fattore di Fano e risoluzione energetica. Correnti di leakage. Sensibilità ed efficienza intrinseca. Forma dell'impulso, tempo di salita. Rivelatori a microstrip. Principi di funzionamento. Risoluzione spaziale. Rivelatori a pixel. CCD.

Formazione del segnale nei rivelatori.

Calcolo della corrente indotta. Modello del rivelatore. Calcolo della carica indotta. Sistema a multielettrodi: introduzione. Rivelatore multielettrodi. Calcolo di $i(t)$. Teorema di Ramo. Calcolo della corrente con il campo ponderante. Rivelatori a ionizzazione ad elettrodi piani. Rivelatore proporzionale "straw-tube". RPC.

Testo consigliato:

W. L. Leo: Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments