

Instrumentación en Física de Altas Energías

PROGRAMA DE LA MATERIA

1) **Centelladores plásticos:** Funcionamiento de centelladores plásticos y su uso en la detección de partículas cargadas, como en cámaras de muones, calorimetría, tiempo de vuelo, o la toma de decisiones rápidas como el primer nivel de triggers de todos los detectores modernos en física de partículas. El laboratorio estará basado en centelladores usados en el sistema de muones de D0. Se medirá el funcionamiento de centelladores y fotomultiplicadores, lógica de coincidencias y multi-hit TDCs. Este equipo será usado también para medir las velocidades de muones proveniente de rayos cósmicos y la vida media del muón.

2) **Fotomultiplicadores de estado sólido:** Los SiPMs ("Silicon Photomultipliers") han aparecido en los últimos años como candidatos ideales para reemplazar a los fotomultiplicadores en la detección de fotones. Se utilizarán en el calorímetro hadrónico para la segunda fase de CMS (2015). En el laboratorio se utilizarán los desarrollados en I&D para el ILC (International Linear Collider). Se estudiará el funcionamiento de SiPMs y su electrónica asociada, características y diferencias con tubos fotomultiplicadores, medición de diferencias de tiempo en escala de fracción de nanosegundos. Determinación de la estadística de la detección de fotones.

3) **Detectores gaseosos:** A pesar de haber sido inventados hace más de 30 años, los detectores gaseosos, como las cámaras de alambre, siguen jugando un papel esencial en la física de partículas. En el laboratorio se montarán "straw tubes" como los utilizados en el detector central de Atlas. Medición de tiempo de deriva y ganancia en gases, estabilidad electrostática en cámara de alambres y formación y perfilado de los pulsos. Reconstrucción de trayectorias de rayos cósmicos. Usos en futuros experimentos como Mu2e y g-2.

4) **Detectores de trazas de silicio:** Los detectores de más alta resolución espacial, usados en las cámaras centrales de todo detector moderno para reconstruir trayectorias y vértices de decaimiento. En el laboratorio se usarán "silicon strip detectors" de cámaras centrales de CDF. Principios de funcionamiento, lógica y programación de lectura, toma de datos y reconstrucción de partículas emitidas por fuente radioactivas. Diferencias entre geometría 'strips' y 'pixel'. Uso conjunto con detectores gaseosos.

5) **Dispositivos de carga acoplada:** Detectores de fotones basados en CCDs. Aplicación a experimentos de detección de galaxias con alto corrimiento al rojo (aceleración de la expansión del universo) y para detección de materia oscura. En el laboratorio se utilizará el CCD prototipo del experimento DES (Búsqueda de energía oscura). Identificación de muones y medición de pérdida de energía, DEDX. Medición de fotones de diferentes energías y modos de interacción: fotones de luz visible que producen un par e-h, rayos-X que dan distintos picos de energía por interacción con las diferentes capas K, gamas que producen electrones Compton, penetración de fotones en silicio. Medición del recoil nuclear con una fuente de neutrones y difusión de carga en Si y su distribución según el voltaje del sustrato

6) **Clases Teóricas:** Pasaje de partículas cargadas en la materia: pérdida de energía por ionización, dispersión múltiple, bremsstrahlung y creación de pares. Efectos coherentes como el índice de refracción, radiación de transición y efecto Cherenkov. Formación y procesamiento de pulsos, detectores como generadores de corriente, principios de centelleo, y deriva.

Bibliografía:

Dan Green, "The physics of particle detectors", Cambridge 2005

Claus Grupen, "Particle Detectors", Cambridge University Press, 2008

Dan Green, "At the leading edge: the ATLAS and CMS LHC experiments", World Scientific, 2011

Helmut Spieler, "Semiconductor Detector Systems", Oxford University Press, 2005