

Técnicas experimentales en detectores espaciales de física de partículas

Laboratorio de Instrumentación Espacial LINX, ICN
Gustavo Medina-Tanco

El programa es el siguiente:

Estudio Guiado

1. Pasaje de la radiación a través de la materia
2. Tratamiento estadístico de datos experimentales
3. Características generales de los detectores de partículas
4. Detectores centelladores
5. Fotomultiplicadores: PMTs y SiPMTs
6. Background y shielding
7. Procesamiento y conformación de señales
8. Fundamentos del uso de osciloscopios
9. Detección de rayos cósmicos de ultra-alta energía

Simulación y análisis de datos en detectores de partículas

1. simulación de trayectorias de muones en centelladores
2. simulación de cascadas electromagnéticas en centelladores
3. reconstrucción de trayectorias en forma estadística

Prácticas de laboratorio

1. Utilización equipo de laboratorio para medición y adquisición de datos
2. Utilización de plásticos centelladores y fotomultiplicadoras de Silicio
3. Caracterización de una fotomultiplicadora de Silicio: determinación de la región lineal de operación, medición del espectro de cargas para muy bajos flujos de fotones (single photo-electrón).
4. Estabilidad y caracterización de ruido térmico en fotomultiplicadoras de Silicio en aplicaciones de detección de partículas con detectores espaciales

Objetivo

Poner al alumno en contacto con los principios básicos de la utilización de CMOS, centelladores y SiPM para observación de rayos cósmicos desde el espacio o medición de radiación en la superficie lunar.

Descripción de la práctica

El objetivo principal es poner al alumno en contacto con los principios básicos de la utilización de detectores de centelleo y los nuevos detectores de silicio que reemplazarán a los tubos fotomultiplicadores en la próxima década en los detectores de partículas, así como la comprensión de los flujos de fondo debidos a rayos cósmicos, en el contexto de la detección orbital de astro-partículas y también de CMOS para la detección de radiación sobre la superficie lunar medida por rovers.

La práctica constará de una parte teórica y una experimental incluyendo laboratorio y, posiblemente, trabajo de campo en globos estratosféricos, sobre el funcionamiento de plásticos centelladores, Si-Photo-Multipliers (SiPM) y electrónica de adquisición con CAMAC y osciloscopios. Se estudiará también las propiedades de CMOS para la detección de partículas de baja energía provenientes de elementos radiactivos en la superficie lunar, así como de rayos cósmicos y partículas de viento solar de baja energía. En la parte experimental, se realizará: (i) caracterización del ruido y la respuesta en temperatura de un SiPM y de un CMOS, (ii) medición del SPE con un SiPM y, (iii) construcción de un detector de radiación basado en plástico centellador y SiPM, (iv) construcción de un detector basado en CMOS, y (v) operación en campo de dichos detectores, ya sea con rovers o globos estratosféricos y (vi) interpretación física de los resultados obtenidos. Estas actividades se harán en el contexto del desarrollo del satélite de órbita baja NanoSWAI y de la misión lunar Colmena-2, que se están construyendo en el Laboratorio de Instrumentación Espacial (LINX) del ICN.

Referencias

1. Experimental Techniques in Nuclear and Particle Physics- Stefaan Tavernier, 2014
2. Principles of Radiation interaction in matter and detection - C. Leroy, 2009
3. Radiation detection and measurement - G.F. Knoll, 2010
4. The Experimental Foundations of Particle Physics (2nd Edition), Robert N. Cahn & Gerson Goldhaber, 2010.
5. Introduction to Experimental Particle Physics, Richard C. Fernow, 2023.
6. Particle Physics: From the Basics to Modern Experiments, Christoph Berger, Gregor Herten, 2025