



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Estudio del impacto de la luz de Cherenkov sobre las señales de centelleo en detectores de neutrinos tipo LArTPC: aplicación en SBND

Descripción general (resumen y metodología):

Resumen:

Los detectores de neutrinos basados en cámaras de proyección temporal de argón líquido (LArTPC) [1] combinan una reconstrucción espacial precisa con la posibilidad de registrar señales ópticas que enriquecen la información del suceso. Estas señales incluyen la luz de centelleo, originada por la excitación del medio, y también la luz de Cherenkov, emitida por partículas cargadas relativistas cuando superan la velocidad de la luz en el argón líquido. Aunque esta última es menos intensa, su carácter direccional y rápida emisión temporal puede aportar información complementaria valiosa [2].

Este trabajo pretende estudiar, mediante simulaciones, el impacto de la luz de Cherenkov sobre las señales de luz registradas en el detector SBND, perteneciente al programa SBN (Short-Baseline Neutrino) en Fermilab [3]. SBND, gracias a su diseño y alta densidad de fotodetectores, ofrece un entorno óptimo para estudiar con precisión la propagación y detección de señales de luz en argón líquido [4]. El estudio se centrará en sucesos en el rango de energías intermedias (200 MeV–1.5 GeV), característicos de haces de neutrinos de aceleradores, donde la contribución de la luz de Cherenkov puede ser relevante, especialmente en sucesos con electrones o muones relativistas (presentes en las interacciones de corriente cargada).

La coexistencia de ambas señales ópticas podría afectar la precisión de los algoritmos de reconstrucción actualmente utilizados en la colaboración SBND [5]. Por ello, se evaluará su impacto en la resolución temporal, espacial y calorimétrica del detector. Además, se explorará el potencial que ofrece la combinación de ambas señales para optimizar la capacidad de discriminación entre sucesos de interés (señal) y de fondo (background).

Metodología:

Motivación (bibliográfica):

- Procesos de emisión de luz en argón líquido.
- Tecnología LArTPC y el detector de neutrinos SBND.

Datos de simulaciones:

- Uso de datos generados por el paquete de simulación LArSoft [6].
- Sucesos de neutrinos, procedentes del haz de neutrinos de baja energía de Fermilab, que interactúan en SBND.

Análisis:

- Análisis comparativo y cuantitativo de las señales de luz y de la información obtenida a través de ellas.
- Discusión de resultados.

Tipología: Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

Objetivos planteados:

Objetivos planteados:

- Familiarizarse con la tecnología de las cámaras de proyección temporal de argón líquido.
- Aprender a utilizar la herramienta de análisis ROOT [7], estándar en el campo de la Física de Partículas experimental.
- Entender la estructura de los archivos de análisis del detector SBND.
- Caracterizar las propiedades espectrales, angulares y temporales de la luz de Cherenkov y de centelleo en argón líquido.
- Evaluar cuantitativamente la contribución relativa de la luz de Cherenkov frente al centelleo en distintos tipos de sucesos.
- Analizar el impacto de la señal de Cherenkov en la reconstrucción de variables críticas como tiempo, posición y energía de las interacciones.
- Escribir un informe final que describa la metodología y resultados del estudio.

Bibliografía básica:

1. The Liquid Argon Time Projection Chamber: A New Concept for Neutrino Detectors, CERN-EP-INT-77-08, CERN-EP-77-08 (1977).
2. Theia: An Advanced Optical Neutrino Detector. Eur. Phys. J. C 80 (2020) 416.
3. The Short-Baseline Neutrino Program at Fermilab. Annual Review of Nuclear and Particle Science Volume 69, 2019
4. Scintillation light in SBND: simulation, reconstruction, and expected performance of the photon detection system. Eur. Phys. J. C 84 (2024) 10.
5. Detection of Cherenkov light emission in liquid argon. NIMA Volume 516, Issues 2-3 (2004) 348-363
6. <https://larsoft.org/>
7. <https://root.cern.ch/>

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: DIEGO GARCÍA GÁMEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA TEÓRICA

Correo electrónico: dgarciag@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: ADRIAN OCAÑA GONZALEZ

Correo electrónico: aog2003@correo.ugr.es