



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Neutrinos de supernova en detectores de argón líquido

Descripción general (resumen y metodología):

El estudio de los neutrinos procedentes del colapso del núcleo de una supernova puede utilizarse para investigar una gran variedad de temas relacionados con los neutrinos, la astrofísica estelar y las teorías más allá del Modelo Estándar [1, 2]. Muchos de los detectores presentes y futuros diseñados para hacer Física de Neutrinos utilizan la tecnología de cámaras de proyección temporal de Argón Líquido (LArTPCs) [3, 4]. En estos detectores se usa tanto la carga de ionización como la luz de centelleo para reconstruir imágenes (casi fotográficas) de las interacciones de las partículas. Sin embargo, no fueron diseñados para estudiar sucesos de tan baja energía.

El argón líquido es particularmente sensible a la interacción de corriente cargada de neutrinos del electrón, que produce un electrón con una energía que llega a varias decenas de MeV, y posiblemente productos de desexcitación nuclear. Para poder reconstruir estos sucesos con deposiciones de energía tan pequeñas se necesitan detectores de alta resolución. Además, estas pequeñas señales pueden ser vulnerables al fondo radiactivo y cosmogénico que también produce sucesos de baja energía de manera mucho más copiosa. Una caracterización eficiente de señal y fondo en este tipo de sucesos requiere el desarrollo de herramientas de análisis precisas, en donde una detección homogénea y abundante de luz de centelleo puede jugar un papel fundamental.

En este trabajo se pretende estudiar la sensibilidad de la tecnología LArTPCs para detectar y caracterizar sucesos de baja energía. En particular se usará el caso concreto del detector SBND (Short Baseline Near Detector) [5], que tiene el sistema de detección de luz más avanzado jamás construido en un detector de neutrinos.

Metodología:

Motivación (bibliográfica):

- Neutrinos de Supernova.
- Detectores LArTPC.
- Interacciones de baja energía y secciones eficaces de neutrinos.
- Fondo radiactivo y cosmogénico.

Datos de simulaciones:

- Uso de datos procedentes del paquete de simulación LArSoft [7].
- Sucesos de neutrinos de supernova en SBND junto con las principales señales de fondo (ruido).

Análisis

- Caracterizar los sucesos de baja energía en detectores LArTPC y diseñar cortes para la separación entre señal y fondo.

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

Objetivos planteados:

- Familiarizarse con la tecnología de las cámaras de proyección temporal de argón líquido.
- Aprender a utilizar la herramienta de análisis ROOT [6], estándar en el campo de la Física de Partículas experimental.
- Entender la estructura de los archivos de análisis del detector SBND.
- Entender la estructura temporal y espectro de energía de los neutrinos procedentes de una

supernova.

- Realizar un estudio de caracterización de sucesos de baja energía en detectores LArTPC con un sistema de detección de luz avanzado, como es el caso de SBND.
- Escribir un informe final que describa la metodología y resultados del estudio.

Bibliografía básica:

- [1] F. Capozzi, S. W. Li, G. Zhu, and J. F. Beacom, DUNE as the Next-Generation Solar Neutrino Experiment, Phys. Rev. Lett. 123, 131803 (2019).
- [2] A. Ankowski et al., Supernova Physics at DUNE, (2016), arXiv:1608.07853.
- [3] DUNE Collaboration, B. Abi et al., Volume I. Introduction to DUNE, JINST 15, T08008 (2020), arXiv:2002.02967.
- [4] DUNE, B. Abi et al., Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), The DUNE Far Detector Technical Design Report, Volume II: DUNE Physics, (2020), arXiv:2002.03005.
- [5] P. Machado, O. Palamara, D. Schmitz, "The Short-Baseline Neutrino Program at Fermilab", Ann.Rev.Nucl.Part.Sci.69(2019)363-387.
- [6] <https://root.cern.ch/>
- [7] <https://larsoft.org/>

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:

Correo electrónico: