UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-134-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Estudio fenomenológico del efecto PRISM en el experimento SBND: Evolución espectral y observables de neutrinos en función de la posición angular

Descripción general (resumen y metodología):

El experimento SBND (Short-Baseline Near Detector) forma parte integral del programa SBN (Short-Baseline Neutrino) en Fermilab. Ubicado a tan solo 110 metros de la fuente del haz de neutrinos Booster, este detector de tipo LArTPC (Cámara de Proyección Temporal de Argón Líquido) permite una reconstrucción de altísima precisión de las trayectorias y energías de las partículas resultantes de las interacciones. Su posición cercana y su gran volumen activo garantizan la recolección de una estadística masiva de sucesos.

Uno de los conceptos analíticos más potentes explorados en la actualidad para este tipo de experimentos es el efecto PRISM (Precision Reactor and In Situ Measurements). Este efecto explota la cinemática de la producción de los neutrinos del haz: el espectro de energía aparente de los neutrinos emitidos varía considerablemente en función del ángulo respecto al eje central del haz (posición off-axis). Aunque SBND es un detector estático centrado en el eje del haz, su anchura transversal le permite abarcar y muestrear diferentes ángulos sólidos. Al estudiar cómo varían observables como el tipo de interacción o el espectro de energía reconstruido al desplazarnos lateralmente por el detector, se obtiene información fundamental para reducir drásticamente las incertidumbres en los modelos de interacción cruzada y mejorar las técnicas de reconstrucción de energía.

El desarrollo del Trabajo de Fin de Grado seguirá un esquema progresivo en tres fases:

- **Fase 1: Formación teórica y técnica.** El estudiante realizará una revisión bibliográfica del detector SBND y la literatura asociada al efecto PRISM. De forma paralela, llevará a cabo un aprendizaje práctico del framework ROOT. A nivel técnico, el alumno compilará y configurará su entorno de análisis y aprenderá a manipular archivos de la colaboración, crear histogramas y aplicar cortes de selección.
- **Fase 2: Extracción y análisis de datos.** Utilizando árboles de datos de Montecarlo oficiales proporcionados por la colaboración SBND, el alumno programará un código para reconstruir los observables clave. El núcleo del estudio consistirá en segmentar la muestra de eventos en distintas franjas transversales del detector y calcular las distribuciones cinemáticas para cada configuración angular.
- **Fase 3: Interpretación física.** Se generarán gráficos comparativos que evidencien la evolución del espectro energético del flujo de neutrinos. El estudiante discutirá las implicaciones físicas de estas variaciones en el contexto de la mitigación de errores sistemáticos, consolidando todos los hallazgos en la memoria final escrita.

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

Objetivos planteados:

El objetivo principal de este trabajo es caracterizar el efecto PRISM dentro de la aceptación geométrica del detector SBND, sirviendo como una introducción rigurosa a la fenomenología experimental de neutrinos. Se plantean los siguientes objetivos específicos:

- **(Física Experimental)** Comprender la cinemática que origina el efecto PRISM y su relevancia para el programa SBN de búsqueda de oscilaciones.

- **(Computación)** Adquirir soltura en el manejo del entorno de análisis ROOT (estándar en física de altas energías desarrollado por el CERN), optimizado para procesar los grandes volúmenes de datos requeridos en este campo.
- **(Análisis de Datos)** Procesar e inspeccionar archivos de simulación oficiales del experimento SBND, extrayendo el espectro de energía y otras variables cinemáticas fundamentales (como momento y ángulo de salida de las partículas).
- **(Fenomenología)** Cuantificar y visualizar, mediante histogramas, la dependencia espacial de dichos observables al realizar cortes a lo largo de la posición transversal (angular) del detector.
- Escribir un informe final en base a los hallazgos, problemas encontrados y soluciones adoptadas

Bibliografía básica:

[1] - J. Zennamo et al. (2020). PRISM: Precision Reactor and In Situ Measurements. JINST 15, P04010.
[2] - P. Machado, O. Palamara, D. Schmitz, “The Short-Baseline Neutrino Program at Fermilab”, Ann.Rev.Nucl.Part.Sci. 69 (2019) 363-387. https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-nucl-101917-020949
[3] - D. Akopyan et al. (2021). The Short-Baseline Neutrino Program at Fermilab. J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 48, 070501.
[4] - CERN. ROOT Data Analysis Framework. https://root.cern.ch/
[5] – M. Thomson, “Modern Particle Physics”. Cambridge University Press

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se recomiendo haber superado la asignatura de Física Nuclear y de Partículas

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: BRUNO ZAMORANO GARCÍA

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA TEÓRICA

Correo electrónico: bzamorano@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: CHENGYU JIN

Correo electrónico: chengyu@correo.ugr.es