UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Doble Grado en Física y Matemáticas

CÓDIGO DEL TFG: 295-035-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Estudio de la separación neutrino–antineutrino y su aplicación a detectores LArTPC

Descripción general (resumen y metodología):

Resumen:

Distinguir entre interacciones de neutrinos y antineutrinos constituye uno de los problemas más relevantes de la física de neutrinos actual, con importantes implicaciones para experimentos de oscilaciones y búsqueda de violación de la simetría CP, como DUNE [1]. Debido a la estructura quiral (V-A) de la interacción débil [2], neutrinos y antineutrinos presentan diferentes secciones eficaces y distribuciones angulares [3,4], lo que se traduce en estados finales con características observables distintas. En interacciones de corriente cargada, los neutrinos tienden a producir un mayor número de protones, mientras que los antineutrinos generan estados finales más ricos en neutrones. Por otro lado, se esperan diferencias en la cinemática de los leptones producidos tras la interacción. En el caso de neutrinos muónicos, la identificación de electrones de Michel procedentes de la desintegración de los muones puede aportar información adicional para la separación neutrino–antineutrino.

En este trabajo se combinarán cálculos analíticos y simulaciones Monte Carlo para estudiar las diferencias fundamentales entre interacciones de neutrinos y antineutrinos, así como distintos métodos de separación basados en observables experimentales. Finalmente, se explorará su posible aplicación en detectores tipo LArTPC [5], con especial interés en experimentos actuales y futuros de física de neutrinos, como SBND [6] y DUNE.

Metodología:

- Revisión bibliográfica sobre interacción débil y detectores LArTPC.
- Desarrollo y comparación de las secciones eficaces de neutrinos y antineutrinos en interacciones de corriente cargada.
- Estudio de distribuciones angulares y observables cinemáticos relevantes para la discriminación entre neutrinos y antineutrinos.
- Análisis de muestras simuladas de interacciones en argón líquido en el detector SBND mediante simulaciones Monte Carlo utilizando el paquete LArSoft [7, 8].
- Estudio del contenido hadrónico final y de la identificación de electrones de Michel como observables discriminantes.
- Evaluación de la capacidad de separación obtenida en términos de eficiencia y pureza.

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

Objetivos planteados:

Objetivos del trabajo:

- Calcular y comparar las secciones eficaces de neutrinos y antineutrinos en interacciones de corriente cargada.
- Estudiar las diferencias en la cinemática de las interacciones asociadas a la estructura de la interacción débil.
- Analizar observables sensibles a la separación neutrino/antineutrino

- Evaluar mediante simulaciones Monte Carlo la eficiencia y pureza alcanzables en la separación neutrino/antineutrino.
- Relacionar los resultados obtenidos con detectores LArTPC actuales y futuros, como SBND y DUNE.

Bibliografía básica:

Bibliografía (selección inicial):

[1] B. Abi et al. (DUNE Collaboration), Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), Far Detector Technical Design Report, JINST 15 (2020) T08008.
[2] D. H. Perkins, Introduction to High Energy Physics, Cambridge University Press.
[3] C. Giunti and C. W. Kim, Fundamentals of Neutrino Physics and Astrophysics, Oxford University Press (2007).
[4] F. Halzen and A. D. Martin, Quarks and Leptons: An Introductory Course in Modern Particle Physics, Wiley.
[5] W. M. Bonivento and F. Terranova, The Science and Technology of Liquid Argon Detectors, Rev. Mod. Phys. **96**, 045001 (2024).
[6] C. Adams et al. (SBND Collaboration), The Short-Baseline Near Detector (SBND) at Fermilab, JINST 18 (2023) P02004.
[7] E. L. Snider and G. Petrillo, LArSoft: Toolkit for Simulation, Reconstruction and Analysis of Liquid Argon TPC Neutrino Detectors, J. Phys. Conf. Ser. 898 (2017) 042057.
[8] 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: FERNANDO DIZ-LOIS VALVERDE

Correo electrónico: fdlrv2004@correo.ugr.es