



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a:	Diego García Gámez
Departamento y Área de Conocimiento:	Dpto. Física Teórica y del Cosmos, área de Física Teórica
Cotutor/a:	
Departamento y Área de Conocimiento:	

Título del Trabajo: Detección de neutrinos estériles en el programa de experimentos SBN de Fermilab	
Tipología del Trabajo: (Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)	(Marcar con X)
	1. Revisión bibliográfica
	2. Estudio de casos teórico-prácticos
	3. Trabajos experimentales
	4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio
	5. Elaboración de un proyecto
	6. Trabajo relacionado con prácticas externas

<p>Breve descripción del trabajo:</p> <p>El programa experimental de oscilaciones de neutrinos de corta distancia (SBN) situado en Fermilab [1] está integrado por tres detectores alineados con el haz de neutrinos de baja energía “Booster Neutrino Beam” (BNB), a las distancias de 100m (SBND), 470m (MicroBooNE) y 600m (ICARUS) [2]. Todos ellos usan la misma tecnología de Cámaras de Proyección Temporal de Argón Líquido (LArTPCs). Esta configuración múltiple permitirá testar la hipótesis de la existencia de neutrinos estériles mediante la medida simultánea de señales de aparición (de neutrinos del electrón) y desaparición (de neutrinos del muón).</p> <p>En este trabajo se pretende revisar la sensibilidad de este experimento a la detección de neutrinos estériles en la región de $\Delta m^2 \sim 1\text{eV}^2$. Para ello se estudiará el efecto que la existencia de neutrinos estériles tendría en los espectros de energía de los neutrinos que interactúan en los detectores cercano y lejanos del programa SBN. Se investigará si dichos detectores están situados a las distancias óptimas, dadas las características (fundamentalmente de energía y sabor) del haz de neutrinos (y antineutrinos) BNB, y qué volumen de datos se necesitará tomar (tiempo de exposición a la potencia del haz) para poder llevar a cabo medidas de precisión.</p> <p>Objetivos planteados:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Familiarizarse con la tecnología de las cámaras de proyección temporal de argón líquido. • Entender los objetivos de física del programa de corta distancia de búsqueda de neutrinos estériles de Fermilab. • Aprender a utilizar la herramienta de análisis ROOT [3], estándar en el campo de la Física de Partículas experimental. • Entender la estructura de los archivos de análisis de los detectores cercano (SBND) y lejanos (MicroBooNE e ICARUS) que forman el programa SBN. • Realizar un estudio de oscilación de neutrinos [4] clásico en SBN, centrándonos en los efectos sobre el espectro de energía medido en señales de aparición ($\nu_\mu \rightarrow \nu_e$) y desaparición ($\nu_\mu \rightarrow \bar{\nu}_\mu$). Repetirlo suponiendo la existencia de neutrinos estériles. Estudiar el potencial del experimento para rechazar, sin lugar a dudas, dicha hipótesis o realizar un descubrimiento. Estudiar la relevancia de tener acceso en un mismo experimento a señales de aparición y desaparición. • Escribir un informe final que describa la metodología y resultados del estudio <p>Metodología:</p> <p>1) Motivación (Bibliográfica)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anomalía en experimentos de (anti)neutrinos de corto recorrido: hipótesis de los neutrinos estériles. - Tensión en experimentos de Aparición/Desaparición. - Oscilación de neutrinos (2 y 3 familias). - ¿Por qué el programa SBN (múltiples detectores, la misma tecnología, ...)?
--



2) *Muestras Monte-Carlo (entender/describir completamente las distribuciones generadas en el haz de neutrinos)*

- Descripción del BNB.
- Flujos esperados de CC/NC (anti), CC/NC (anti)
- Eventos reconstruidos y selección (GENIE [5] + Geant4 [6] + Pandora [7] + (principal) Rec-Algoritmos/Filtros).

3) *Análisis de oscilación*

- (3 neutrinos) Detector Cercano (ND) vs. Detector Lejano (FD) con oscilación estándar:
 - ¿Veremos algo en ND?
 - Distancia óptima para el FD (justificar la ubicación de ICARUS/MicroBooNE).
 - Propagar el espectro de energía de ND a FD .
 - Relación entre los espectros medidos a las diferentes distancias (detectores).
- (3+1 neutrinos) Detector cercano (ND) vs detector lejano (FD) con +1 neutrino estéril (parámetros de oscilación del mejor ajuste global a los datos más actualizados):
 - Estudiar los mismos puntos del caso anterior.
 - Estudios de sensibilidad:
 - Aparición y Desaparición, ¿podemos hacer ambos análisis?
 - Dependencias.

Bibliografía:

- [1] - <http://sbn-nd.fnal.gov/>
- [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] - <https://root.cern.ch/>
- [4] - <http://pdg.lbl.gov/2018/reviews/rpp2018-rev-neutrino-mixing.pdf>
- [5] - <http://www.genie-mc.org/>
- [6] - <https://geant4.web.cern.ch/>
- [7] - <https://arxiv.org/abs/1708.03135>

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a: Miguel Jiménez Ortega

Granada, 06 de Junio 2020