



## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: JOSE ENRIQUE AMARO SORIANO

Departamento y Área de Conocimiento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Cotutor/a:

Departamento y Área de Conocimiento:

Título del Trabajo: INTERACCIÓN DE NEUTRINOS POR NÚCLEOS

Tipología del Trabajo: Estudio de casos teórico prácticos

### Breve descripción del trabajo:

El premio Nobel de Física 2015 se concedió a Takaaki Kajita y Arthur McDonald “por el descubrimiento de las oscilaciones de neutrinos, que demuestran que los neutrinos tienen masa”. Actualmente las oscilaciones de neutrinos son uno de los campos más activos en la Física, con múltiples experimentos midiendo las probabilidades de oscilación con precisión creciente. El propósito de estos experimentos es desvelar los secretos de las interacciones fundamentales, la estructura de la materia y el espacio, y el origen del universo. El reciente interés en las interacciones de neutrinos en la región de energía de unos pocos GeV proviene de la necesidad de reducir los errores sistemáticos en los experimentos de oscilación de neutrinos. Los flujos de neutrinos usados en los actuales experimentos (K2K, T2K, MINOS, NovA, MiniBooNE) están concentrados en el intervalo de energías 1—5 GeV. En los últimos años ha habido una actividad teórica y experimental considerable en el estudio de las secciones eficaces de neutrinos en este rango [1,2]. La dispersión cuasielástica (QE) es el mecanismo de interacción dominante hasta energías del neutrino de 1—2 GeV y continúa siendo relevante en toda la región de unos pocos GeV. Para los nucleones individuales, este proceso se entiende teóricamente y está relativamente bien delimitado a partir de la información experimental de la dispersión de electrones, la desintegración beta del neutrón y los experimentos en hidrógeno y deuterio. No obstante, en los blancos nucleares nuestra comprensión y habilidad para modelar estas interacciones son aún insuficientes para satisfacer los retos de los experimentos de oscilación de neutrinos en la actual era de la precisión [3]. En este trabajo se estudiará, describirá y analizará uno de los modelos más utilizados para la interacción de neutrinos por núcleos a energías relativistas, que es el modelo de gas de Fermi [4], calculando las secciones eficaces de neutrinos para algunas cinemáticas y núcleos de interés.

### Objetivos planteados:

A partir de modelos teóricos ya existentes de funciones de respuesta electrodébiles nucleares se calcularán las secciones eficaces de neutrinos cuasielásticas, lo que tiene gran interés para el análisis de datos en los experimentos de oscilación de neutrinos que se están llevando a cabo o están planeados para los próximos años.

- 1- Análisis de la interacción débil de leptones y nucleones [5,6]
- 2 – Descripción del formalismo general de la sección eficaz cuasielástica de neutrinos con cambio de carga, expresando la sección eficaz como contracción del tensor leptónico y tensor hadrónico.
- 3- Descripción general del tensor de single-nucleon en términos de los factores de forma del nucleón. Test: cálculo del caso de un nucleón en reposo.
- 4 – Descripción general de las funciones de respuesta nucleares en el modelo de gas de Fermi relativista
- 5 – Cálculo de observables de scattering para cinemáticas selectas.

**Metodología:** Se empleará métodos de la teoría de perturbaciones de campos cuánticos para calcular la matriz S en el proceso de dispersión cuasielástica de (anti)neutrinos muónicos. Los métodos de cálculo de trazas de matrices de Dirac permitirán calcular los tensores leptónico y hadrónico relativistas para la corriente débil con cambio de carga (CC) a un cuerpo.

### Bibliografía:

- [1] G.T. Garvey, D.A. Harris, H.A. Tanaka, R. Tayloe, G.P. Zeller, Recent advances and open questions in neutrino-induced quasi-elastic scattering and single photon production, Physics reports 580 (2015) 1.
- [2] Jorge G. Morfin, Juan Nieves, and Jan. T. Sobczyk, Recent developments in neutrino/antineutrino-nucleus interactions, Advances in High Energy Physics Volume 2012 (2012).
- [3] Costas Andreopoulos, et al., ENIGMA: Weak Interactions – Strong Impact, Transforming the understanding of neutrino interaction physics from MeV to PeV energy scales, ITN Proposal H2020-MSCA-ITN-2016.
- [4] J.E. Amaro and E. Ruiz Arriola, Axial-vector dominance predictions in quasielastic neutrino-nucleus scattering, Phys.Rev. D93 (2016) , 053002.
- [4] Mandl and Shaw, Quantum field theory, John Wiley & Sons.
- [5] Peter Renton, Electroweak interactions, Cambridge University Press.



Universidad de Granada



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

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

*Alumno/a propuesto/a:*

Granada, 18 de mayo de 2016