



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: JOSE ENRIQUE AMARO SORIANO

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

Cotutor/a:

Departamento y Área de Conocimiento:

Título del Trabajo: Interacción de Neutrinos y corrientes electrodébiles de intercambio

Tipología del Trabajo: Estudio de casos teórico prácticos

Breve descripción del trabajo:

El premio Nobel de Física 2015, concedido a Takaaki Kajita y Arthur McDonald marcó el final de la primera era de exploración de la oscilación de neutrinos, habiéndose establecido concluyentemente que los neutrinos se mezclan, es decir, que neutrinos producidos en un estado de sabor (electrónico, muónico o tauónico) pueden ser detectados subsecuentemente en otro estado distinto. Los actuales experimentos en la segunda era de la oscilación de neutrinos pretenden extraer con precisión los parámetros de oscilación. Para ello es prioritario reducir los errores sistemáticos asociados a la interacción con los núcleos de los detectores [1,2].

La dificultad para reproducir los datos cuasielásticos de los experimentos de MiniBooNE con modelos basados en interacción con los nucleones individuales reveló la importancia de las interacciones con dos nucleones. El análisis teórico de los datos de recientes experimentos con neutrinos ha puesto de manifiesto que, cuando los neutrinos interaccionan con un núcleo se pueden emitir varios nucleones.

Esto lo han confirmado los cálculos ab initio, que han encontrado una importante contribución de las corrientes a dos cuerpos.

A pesar de los recientes progresos, todavía no se dispone de una descripción satisfactoria de las corrientes de dos nucleones y de los efectos colectivos. [3] En particular, los actuales modelos microscópicos deben extenderse a energías más altas para poder aplicarse a las cinemáticas de los experimentos NovA y el futuro DUNE. También es necesario ir más allá en el cálculo de las secciones eficaces inclusivas e implementar las corrientes de intercambio de mesones en los simuladores Monte Carlo de interacción de neutrinos con el objeto de comprender su impacto en múltiples observables, tal y como se requiere para la validación de los modelos.

En este trabajo se estudiarán casos prácticos de interacción de neutrinos con dos nucleones usando un modelo de corrientes débiles de intercambio de mesones.

Objetivos: Descripción de los procesos de interacción de neutrinos con emisión de varios nucleones mediante un modelo de corrientes de intercambio débiles

- 1- Desarrollo no relativista de las corrientes de intercambio de mesones débiles [4,5,6]
- 2- Cálculo de las funciones de respuesta elementales 2p-2h de dos nucleones en espacio de momentos
- 3- Separación de los canales de emisión np y pp
- 4- Cálculo de las funciones de respuesta inclusivas 2p-2h en un modelo de gas de Fermi mediante integración numérica

Metodología: Se comenzará a partir de las expresiones conocidas de las MEC relativistas [4]. Se realizará un desarrollo a primer orden en potencias de p/m para obtener las corrientes no relativistas [5,6]. Se calcularán las componentes del tensor hadrónico elemental exclusivo 2p-2h en espacio de momentos calculando las trazas en espín analíticamente. Esto se hará para los distintos canales de isospin en el estado final, correspondientes a emisión de dos protones o un protón y un neutrón. Se aplicará el modelo de gas de Fermi para estimar las respuestas inclusivas 2p-2h, despreciando los términos de interferencia directo-intercambio. Las funciones de respuesta resultantes se expresan como integrales en dos dimensiones, que se calcularán extendiendo programas ya existentes de (e, e') .

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] I. Ruiz Simo, J.E. Amaro, M.B. Barbaro, A. De Pace, J.A. Caballero, T.W. Donnelly (MIT, Cambridge), Relativistic model of 2p-2h meson exchange currents in (anti)neutrino scattering, e-Print: arXiv:1604.08423 [nucl-th].
- [5] Mandl and Shaw, Quantum field theory, John Wiley & Sons.
- [6] T. Ericson, W. Weise, Pions and Nuclei. Oxford Science Publications.



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

2016