



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Cómo distinguir neutrinos de Dirac y de Majorana: la doble desintegración beta sin neutrinos

Descripción general (resumen y metodología):

En este trabajo se analizará cuál es la naturaleza de los neutrinos, discutiendo la pregunta abierta de si son fermiones de Dirac o de Majorana. En relación a ello se explicará el proceso de doble desintegración beta sin neutrinos ($0\nu\beta\beta$), cuya observación certificaría que los neutrinos son de Majorana.

En primer lugar, se introducirán los conceptos básicos relacionados con los neutrinos masivos, las oscilaciones de sabor y la diferencia entre fermiones de Dirac y Majorana. Posteriormente se estudiará el proceso de doble desintegración beta sin neutrinos y su conexión con la violación del número leptónico.

Se analizará la amplitud del proceso mediado por neutrinos de Majorana ligeros a nivel árbol, discutiendo el papel de la masa del neutrino en la amplitud del proceso. A partir de ello, se analizará la dependencia de la vida media del proceso respecto de la denominada masa efectiva de Majorana ($m\beta\beta$).

Por último, se realizará un análisis fenomenológico sencillo del observable $m\beta\beta$, empleando parámetros experimentales de oscilaciones de neutrinos para estudiar las regiones permitidas en jerarquía normal e invertida y su relación con los límites experimentales actuales.

La parte numérica del trabajo se llevará a cabo mediante herramientas computacionales básicas en Python.

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

Objetivos planteados:

- Introducir la fenomenología básica de los neutrinos masivos y las oscilaciones de sabor.
- Estudiar las diferencias entre neutrinos de Dirac y Majorana.
- Introducir el proceso de doble desintegración beta sin neutrinos y su relevancia tanto teórica como experimental.
- Analizar la estructura de la amplitud del proceso a nivel árbol mediado por neutrinos de Majorana ligeros.
- Estudiar la dependencia de la vida media con la masa efectiva de Majorana.
- Realizar un análisis numérico sencillo del observable $m\beta\beta$ para distintas jerarquías de masas.

Bibliografía básica:

- [1] E. Akhmedov, "Majorana neutrinos and other Majorana particles: Theory and experiment" [arXiv:1412.3320], basado en el capítulo 15 del libro "The Physics of Ettore Majorana" by S. Esposito, con contribuciones de E. Akhmedov y F. Wilczek.
- [2] S. M. Bilenky y C. Giunti, "Neutrinoless double-beta decay: A probe of physics beyond the Standard Model", Int. J. Mod. Phys. A 30 (2015) 04n05, 1530001 [arXiv:1411.4791 [hep-ph]].
- [3] M. J. Dolinski, A. W. P. Poon y W. Rodejohann, "Neutrinoless Double-Beta Decay: Status and Prospects", Ann. Rev. Nucl. Part. Sci. 69 (2019), 219 [arXiv:1902.04097 [nucl-ex]].
- [4] B. Jones, "The Physics of Neutrinoless Double Beta Decay: A Primer", TASI Lectures 2020, [arXiv:2108.09364 [nucl-ex]].

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se recomienda tener una base sólida en mecánica cuántica y conocimientos previos de teoría de campos y partículas.

El trabajo requiere una actitud activa en el estudio independiente de literatura especializada.

Se recomienda mantener reuniones periódicas con el tutor para discutir los avances, resolver dudas conceptuales y afinar el enfoque del trabajo según los intereses del estudiante.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: JOSÉ IGNACIO ILLANA CALERO

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA TEÓRICA

Correo electrónico: jillana@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: Ana Alcántara Sánchez

Correo electrónico: ana25alcantara@correo.ugr.es