



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: La interacción nuclear de corto y largo alcance en la estructura del deuterón

Descripción general (resumen y metodología):

El deuterón constituye el sistema ligado más sencillo del problema nucleón-nucleón y ofrece un laboratorio privilegiado para el estudio de la interacción nuclear a diferentes escalas de distancia. Aunque la interacción fuerte es de corto alcance en el sentido efectivo de su estructura global, su comportamiento a grandes distancias está dominado por el intercambio de un pion, que introduce una cola de largo alcance con decrecimiento exponencial.

El objetivo de este trabajo es analizar la influencia de dicha cola pionica sobre las propiedades del estado fundamental del deuterón, en particular su energía de ligadura y otros observables estructurales como el radio cuadrático medio, el momento cuadrupolar y la probabilidad de onda D. Desde el punto de vista metodológico, el estudio se basa en la ecuación de Lippmann-Schwinger para energías negativas. Se emplea el potencial realista GR2013, cuya representación coarse-grained permite transformar la ecuación integral en un sistema de ecuaciones lineales algebraicas, lo que facilita la obtención directa de las funciones de onda radiales del estado ligado.

Se considerará explícitamente el papel de la interacción de intercambio de pion (OPE), evaluando la contribución de la región de grandes distancias y cuantificando su impacto sobre los observables del deuterón. Debido a la extensión espacial del estado ligado, esta región contribuye de forma no despreciable a magnitudes integradas como la energía de ligadura.

El estudio se inicia con modelos unidimensionales sencillos, donde la ecuación de LS puede resolverse analíticamente mediante funciones de Green para energías negativas, y posteriormente se generaliza al caso tridimensional con acoplamiento de espín en el sistema protón-neutrón.

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

Objetivos planteados:

1. Estudiar la ecuación de Lippmann-Schwinger para estados ligados y su formulación mediante funciones de Green en energías negativas.
2. Analizar modelos unidimensionales sencillos como introducción a la resolución de ecuaciones integrales.
3. Formular el problema del deuterón mediante descomposición en ondas parciales y acoplamiento de espín.
4. Aplicar la ecuación de Lippmann-Schwinger al potencial Granada 2013 y resolver el estado ligado mediante su reducción a un sistema algebraico.
5. Analizar la estructura de la función de onda del deuterón en espacio de coordenadas y momentos.
6. Estudiar la influencia de la cola de largo alcance del potencial OPE sobre la energía de ligadura y otros observables del deuterón

Bibliografía básica:

Galindo y Pascual, Mecánica Cuántica.

Eisenberg and Greiner, Microscopic models of the nucleus.

P.R. Casale et. al, Center-of-mass momentum dependence of short-range correlations with the coarse-grained Granada potential, Phys.Rev.C 108 (2023) 5, 054001. e-Print: 2304.00296 [nucl-th]
R. Navarro Pérez et al. Coarse-grained potential analysis of neutron-proton and proton-proton scattering below the pion production threshold. Phys.Rev.C 88 (2013) 6, 064002, e-Print: 1310.2536 [nucl-th]

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se recomienda familiaridad con conceptos básicos de mecánica cuántica aplicada a sistemas de dos cuerpos, así como con nociones de física nuclear y de partículas,

Se recomienda también conocimientos de programación científica (preferiblemente Fortran en entorno Linux, aunque se admite cualquier otro lenguaje) y el uso de herramientas de representación gráfica como GNUplot.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: JOSÉ ENRIQUE AMARO SORIANO

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Correo electrónico: amaro@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:

Correo electrónico: