



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Marta Anguiano Millán

Departamento y Área de Conocimiento: Física Atómica, Molecular y Nuclear

Correo electrónico: mangui@ugr.es

Cotutor/a:

Departamento y Área de Conocimiento:

Correo electrónico:

Título del Trabajo: Átomos muónicos

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		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos	X	5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo:

Los átomos muónicos son sistemas exóticos en los que un electrón atómico ha sido sustituido por un muón negativo μ^- . El muón tiene una masa aproximadamente igual a 207 veces la masa del electrón, siendo su vida media de 2.2 μ s. Esta propiedad confiere a los átomos muónicos curiosas propiedades que pueden ayudarnos a mejorar en algunos casos la precisión en la medida de magnitudes fundamentales, como el radio del protón o también la constante de Rydberg. También pueden servirnos como test a la Electrodinámica Cuántica.

Debido a la diferencia de masa, el radio del orbital muónico es 200 veces más pequeño que el del electrón, y para átomos pesados puede llegar a ser inferior al radio del propio núcleo. Por otra parte, las transiciones atómicas van a tener lugar en el rango tanto de los rayos X como de los rayos γ . Para estudiar este tipo de átomos, se necesita un haz de muones, y en general una configuración experimental bastante compleja. También se pueden detectar midiendo en laboratorio la vida media de los muones cósmicos que se desintegran en un determinado material.

Objetivos planteados:

El alumno comenzará realizando cálculos sencillos para determinar la estructura de niveles atómicos en el caso del átomo muónico más sencillo. Analizará sus propiedades y las numerosas aplicaciones que permite su estudio, tanto en Física Nuclear como en Física fundamental.



Metodología:

El alumno resolverá la ecuación de Schrödinger para el átomo muónico más sencillo. Se obtendrán las funciones de onda para este sistema, analizando las distribuciones de probabilidad y las diferencias con respecto al átomo de hidrógeno. Para obtener los niveles energéticos, se obtendrá la ecuación de Dirac asociada a este sistema y se resolverá mediante técnicas numéricas tipo Runge-Kutta, mediante algún código basado en Python o fortran.

Bibliografía:

- [1] B. Bransden and C.J. Joachain, *Physics of Atoms and Molecules*, Prentice Hall 2003.
- [2] E. Borie and G.A. Rinker, *The energy levels of muonic atoms*, *Rev. Mod. Phys.* 64 (1982) 67.
- [3] <http://www.nature.com/nature/journal/v466/n7303/full/nature09250.html>
- [4] “Muonic atoms” in *Muon Physics I (Chapter III)*. edit. V.W. Hughes and C.S. Wu Academic Press 1977.
- [5] A. Knecht *et al.*, *Study of nuclear properties with muonic atoms*, *Eur. Phys. J. Plus* 135 (2020) 777.

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

Alumno/a propuesto/a: Manuel Almagro Cabeza

Granada, 19 de Mayo de 2023

Sello del Departamento