

RAE

TIPO DE DOCUMENTO: Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Física.

ACCESO AL DOCUMENTO: Universidad Pedagógica Nacional.

TÍTULO DEL DOCUMENTO: Un acercamiento a la teoría cuántica de campos: Electrones y Positrones.

AUTOR: José Manuel Quimbayo García.

ASESOR: José Orlando Organista

PUBLICACIÓN: Junio 2006.

UNIDAD PATROCINANTE: Universidad Pedagógica Nacional.

PALABRAS CLAVES: Dualidad, Ondas, Partículas, Electrones, Positrones, Mecánica Cuántica Relativista, Paul Dirac, Segunda cuantización, Principio de exclusión de Pauli, Fluctuaciones, Gas de Fermi, Operadores, Creación, Aniquilación, Número.

DESCRIPCIÓN: La explicación de diversos fenómenos del mundo físico implican crear conceptos que den cuenta de las nuevas propiedades que muestra la naturaleza, este trabajo está dirigido a ejemplificar como se encuentran nuevas propiedades de la naturaleza. Como un caso particular mostrar la necesidad de la cuantización de los campos para la explicación de ciertos principios y experimentos, y presentar una propuesta de acercamiento a estas teorías que sirven como base para la explicación de fenómenos del mundo microscópico, a partir de una estructura lógica, que permita al lector ver esto como un hilo conductor de conceptos.

FUENTES: Para la elaboración de este trabajo de grado se abordaron las siguientes fuentes bibliográficas; "Nine Formulations of Quantum Mechanics", D. Styer, M. Balkin, K. Becker, M. Burns, C. Dudley, S. Forth, J. Gaumer, M. Kramer, D. Oertel, L. Park, M. Rinkoski, C. Smith, T. Wotherspoon, Am. J. Phys. 70, 288 (2002); Quantum Mechanics, Sokolov A. A. Ternov I. M., Holt, Rinehart And Winston, inc., 1966, 537 p; The Quantum Theory of Fields, Weinberg Steven, Editorial Cambridge University Press, Vol. I., 1995; Quantum Mechanics: Symbolism of Atomic Measurements, Schwinger Julian, Editorial Berlin, New York Springer, 2001, 484 p; Gauge Field Theories, Guidry Mike, Editorial John Wiley and Sons, New York, 1991, 605 p; Electrodinámica Cuántica, Sokolov A. A. Ternov I. M., Editorial Mir, Moscu, 1989, 320 p; The Feynman Lectures on Physics, R. Feynman, R. Leighton y M. Sands, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1963; Física

Vol. III. Fundamentos Cuánticos y Estadísticos, M. Alonso, E. Finn, Addison-Wesley Iberoamericana, E.U.A., 1986; Relativistic Quantum Mechanics and Relativistic Quantum Fields, Bjorken J., Drell D., McGraw-Hill, New York, 1964.

CONTENIDOS:

Objetivo 1: Mostrar la necesidad de la cuantización de los campos, especialmente el campo de Dirac.

Objetivo 2: Introducir los temas de la teoría cuántica de campos por la unión de la relatividad y la mecánica cuántica.

Objetivo 3: Caracterizar los operadores de creación, aniquilación y número de electrones y positrones.

Objetivo 4: Mostrar con dos aplicaciones la utilización del método de cuantización de campos.

En el primer capítulo se presenta un análisis de las propiedades corpusculares y ondulatorias del electrón, y la idea fundamental que hay sobre esto es la dualidad. El segundo capítulo presenta la ecuación de Dirac, junto con la manera que está resolvió las dificultades que surgieron en esa época y la crisis que presentó la interpretación de los estados de energía negativa. En el tercer capítulo se muestran los métodos fundamentales de la cuantización de los campos; se cuantiza el campo de Dirac y se da una nueva interpretación al principio de exclusión de Pauli y a las fluctuaciones del gas de Fermi. La última parte contiene las conclusiones que este trabajo ha permitido visualizar.

METODOLOGÍA: Los métodos matemáticos que se utilizan en física moderna están relacionados con la cuantización de los campos, que revelan las diferentes propiedades que poseen esos campos. Estos métodos son muy eficaces en la descripción de las partículas elementales y se han extendido a utilizarlos en astrofísica. Pero, para esto necesitamos conocer la evolución de los conceptos que dan origen a la cuantización de los campos y en particular el campo de Dirac, esto se hará en el primer y segundo capítulo, guardando una estructura lógica general que se aplicará a cada capítulo y que a su vez se adapta con cada teoría. En la estructura de cada capítulo se destacarán las siguientes partes: Base experimental de cada teoría, magnitudes físicas de cada teoría, un sistema de leyes fundamentales expresadas en ecuaciones matemáticas, y por último un tipo especial de leyes (las leyes de conservación).

CONCLUSIONES:

1. El conocer las diversas teorías físicas que se emplean como base a la teoría cuántica de campos a partir de una estructura lógica permite observar estas teorías como una red de conceptos que están conectados a una estructura determinada.

2. El trabajo con la teoría de Dirac da una visión amplia sobre cómo se describen las interacciones en otras teorías modernas.
3. La solución de la ecuación $i\hbar\gamma^\mu\partial_\mu\psi - mc\psi = 0$, para describir el movimiento de una partícula libre de masa m y spin $1/2$, es de gran interés puesto que revela algunas de las técnicas utilizadas en las teorías de campo.
4. Con los operadores creación, aniquilación y número se da una interpretación del principio de exclusión de Pauli.
5. En este trabajo no se consideran los métodos seguidos por la electrodinámica cuántica para la descripción de estos mismos fenómenos.

FECHA DE ELABORACIÓN DEL RESUMEN: JUNIO 15 DE 2006