

Ensayo 116: Nueva Estructura Hiperfina a partir de la Ecuación de Dirac.

Escrito por Myron Evans y traducido y narrado por Alex Hill.

La célebre ecuación de Dirac puede clasificarse como una estructura de la teoría ECE2 porque la misma se basa en la relatividad restringida. Las ecuaciones de la teoría ECE2 son aquellas de una teoría que es covariante según Lorentz en un espacio con valores finitos de torsión y curvatura.

Sommerfeld había construido las bases para la mecánica cuántica relativista en 1913, tal como se describe en el Ensayo 115. Había descubierto el número cuántico magnético en 1916 y el número cuántico interno en 1921. Éste se conoce ahora como el número cuántico J . Se relaciona con el número cuántico del momento angular orbital L mediante la serie de Clebsch Gordan. Esta última define la forma en la que el número cuántico de espín S puede sumarse a L para dar J . Sommerfeld predijo el espín del electrón de esta manera. Esto se conoció como la hipótesis de Bohr Sommerfeld y se confirmó a través del experimento de Stern Gerlach de 1922. En la misma época, uno de los estudiantes graduados de Sommerfeld, Pauli, definió el número cuántico de espín en 1924, al hacer al operador de espín directamente proporcional al operador matricial de Pauli.

Pauli nació en Viena y fue asistente de Born y luego professor en el ETH de Zurich. Pocos fueron sus documentos publicados, pues prefería desarrollar sus ideas mediante correspondencia. Para esta época se sabía que la cuantización de Sommerfeld, y posteriormente la cuantización de Schroedinger, produjeron las principales características de los espectros atómicos, en especial aquellos del átomo de hidrógeno, pero la estructura fina de los espectros aun presentaba desafíos. Thomas había inferido su factor de precesión de Thomas igual a dos en el Instituto Niels Bohr, pero de una manera muy compleja que no guardaba relación discernible con la teoría cuántica conocida hasta entonces. En 1924 sólo se sabía que el factor de Thomas era un gran factor de corrección, no un pequeño efecto relativista.

Paul Dirac reunió todas las piezas del rompecabezas al desarrollar el hamiltoniano de la relatividad restringida sobre una base construida a partir de matrices de Pauli, conocida como la base $SU(2)$. La base habitual se basa en vectores unitarios tales como los vectores unitarios cartesianos, y se denomina $O(3)$. El lagrangiano de relatividad restringida también pudo desarrollarse como la base $SU(2)$. Al expresar el hamiltoniano en una base $SU(2)$, Dirac descubrió que es posible explicar el factor de Thomas, el espín de la media integral del electrón, y la estructura fina de los espectros atómicos y moleculares. Este trabajo también condujo a la predicción de la espectroscopía de resonancia de espín electrónico y de resonancia magnética nuclear, confirmada casi veinte años después, alrededor de 1945, por van Vleck y otros. La ecuación de Dirac también produce aquello que se conoce como la estructura fina de órbita de espín, y también predice la existencia de anti-partículas, descubiertas experimentalmente en los años treinta. Durante el desarrollo de los documentos de la serie UFT, se ha inferido la ecuación de Dirac a partir de la geometría de Cartan, y ha evolucionado hacia la ecuación del fermión. Esta última conserva todas las ventajas de la ecuación de Dirac y elimina los inobservables, tales como el Mar de Dirac y la energía negativa.

En la teoría ECE2, el cuatro potencial utilizado en la ecuación de Dirac se dedujo a partir

de la curvatura, en especial el vector potencial se dedujo a partir de curvatura de espín en geometría. Durante el transcurso de este desarrollo se observó que la solución convencional de la ecuación de Dirac sustituye erróneamente el momento relativista por el momento no relativista, y al así hacerlo pierde varios términos que conducen a nuevos tipos de espectros observables, un nuevo tipo de estructura hiperfina. La raíz de la causa de este error resulta oscura, el cual probablemente se cometió en los orígenes, hace aproximadamente noventa años. La ecuación de Dirac se basa en el hamiltoniano de relatividad restringida, definido en términos de la ecuación de la energía de Einstein, la cual es una re-expresión del momento relativista. La cuantización propuesta por Dirac se basa en la suposición de que la cuatro derivada es proporcional al cuatro momento relativista. Al producir la estructura fina, el cuatro momento cuantizado actúa sobre un término que incluye un cuatro momento no cuantizado pero relativista, denominado p .

Cuando se resuelve correctamente la ecuación de Dirac, como en el trabajo en progreso, utilizando el momento relativista, aparece una estructura hiperfina, desconocida hasta ahora, con su propia impresión digital espectral, y que se encuentra presente en todos los átomos, moléculas y materiales. Esto constituye un descubrimiento que abre una amplia y nueva área en espectroscopía y en química cuántica computacional, y también genera una nueva y rigurosa prueba a la ecuación de Dirac.