

Ensayo 27: La ecuación cuántica de fuerza.

Traducción y lectura: Alex Hill (www.et3m.net)

La ecuación clásica de la fuerza como producto de la masa por la aceleración probablemente sea la más conocida en el campo de la ciencia. Sin embargo, no había ecuación de fuerza en la mecánica cuántica, la ecuación de Schroedinger es un desarrollo del hamiltoniano clásico, es decir la suma de las energías cinética y potencial. El desarrollo es aquel del momento clásico en un operador diferencial, y esto fue llevado a cabo por Schroedinger durante su búsqueda de una ecuación de onda para el electrón. De manera que la ecuación de Schroedinger es una ecuación de energía pura. Se descubrió la ecuación de fuerza de la mecánica cuántica como resultado de las ecuaciones cuánticas de Hamilton descritas en el Ensayo 26 y en el documento UFT 172 y siguientes del portal www.aias.us. Se descubrió la ecuación mediante la diferenciación de ambos lados de la ecuación de Schroedinger, y luego mediante el empleo de la dinámica de Hamilton, en la que las variables canónicas de posición x y de momento p son independientes. La independencia de x y p constituye una etapa clave en la deducción de la ecuación cuántica de fuerza. La gran ventaja de la ecuación es que utiliza funciones de onda conocidas y eigenvalores, también conocidos como valores propios, de energía conocidos.

La ecuación cuántica de fuerza produce eigenvalores de fuerza por primera vez en la historia de la mecánica cuántica, de manera que la ecuación de fuerza posee una aplicabilidad ilimitada, de la misma forma en que la ecuación de fuerza de Newton posee también aplicabilidad ilimitada. La ecuación de Schroedinger puede resolverse en forma exacta en algunos casos sencillos tales como el oscilador armónico. Este último es el nombre que se le asignó a la ley de Hooke, y sucede que es resoluble en forma analítica en la mecánica cuántica. Este hecho fue descubierto en los albores de la historia de la mecánica cuántica. Los niveles de energía, o eigenvalores, de la energía total E para el oscilador armónico son $(n + 1/2) h \text{ barra } \omega$, donde el número cuántico $n = 1, 2, 3, \dots$. El término $h \text{ barra}$ es la constante reducida de Planck, y ω es la frecuencia angular. La ecuación posee la bien conocida propiedad de la energía de punto cero, o energía del "vacío", definida cuando el número cuántico n es igual a cero, y ésta es una forma de demostrar que la energía puede extraerse a partir del espaciotiempo que nos rodea. Esta energía a veces se denomina como "energía de punto cero".

La nueva ecuación de fuerza produce un resultado profundo e inesperado, en cuanto a que los eigenvalores de fuerza son todos iguales, de manera que para cada valor del número cuántico n todos ellos son iguales a $F = -kx$, el mismo resultado obtenido para el caso clásico. Aquí, k es la constante de la ley de Hooke, y x representa el desplazamiento del resorte de la ley de Hooke, en donde la fuerza de la restauración, con valor negativo, es proporcional en la aproximación lineal a la longitud del desplazamiento del resorte. Las funciones de onda del oscilador armónico pueden llegar a ser muy complicadas, pero a pesar de ello, el eigenvalor de fuerza, o nivel de fuerza asociado con cada función de onda, es siempre igual a $-kx$. Esto significa que existe una fuerza de restauración de punto cero que no existe en la física clásica. Se sabe experimentalmente que existe una corrección radiativa conocida como la fuerza de Casimir, cuyos orígenes probablemente residan en la recién descubierta fuerza de punto cero, y que posee aplicaciones inmediatas en la urgente búsqueda de nueva energía. El oscilador armónico se ha transformado en una piedra angular de la teoría de campo cuántico, electrodinámica cuántica y

óptica cuántica, de manera que ello ilustra la aplicabilidad ilimitada de la nueva ecuación cuántica de fuerza.

En los años iniciales de la mecánica cuántica, se descubrió que la ecuación de Schroedinger puede resolverse en forma exacta para el átomo de hidrógeno, en el que hay una atracción coulombica entre el electrón y el protón. El método utilizado fue el considerar el hamiltoniano para el átomo de hidrógeno, la suma de las energías cinética y potencial, y desarrollar el momento en un operador diferencial. Este método debiera ser conocido propiamente como el axioma de Schroedinger. La energía cinética del hamiltoniano es $p^2/(2m)$, de manera que el operador es un diferencial de segundo orden. Este procedimiento es la esencia de la mecánica cuántica, y Hamilton estuvo a un tris de descubrirlo en la década de 1830. Se ha encontrado que los eigenvalores de fuerza del átomo de hidrógeno poseen un carácter completamente diferente respecto de los eigenvalores de fuerza del oscilador armónico. Los eigenvalores de fuerza son diferentes para cada orbital, y por lo tanto proporcionan un método novedoso y completamente inesperado de caracterización de átomos y moléculas en la mecánica cuántica. En el documento UFT 177 se representan gráficamente algunos de ellos para el átomo de hidrógeno. El eigenvalor de fuerza del orbital 1s del átomo de hidrógeno es igual a cero, suministrando la primera explicación para la estabilidad del orbital 1s. En la antigua mecánica cuántica no existía explicación, porque en el orbital 1s no existe repulsión centrífuga, y el número cuántico del momento angular orbital es igual a cero. Por lo tanto, el electrón en el orbital 1s se ve atraído hacia el núcleo, y la ubicación más probable para el electrón 1s del átomo de hidrógeno es el núcleo. Esto constituyó un desastre para la vieja mecánica cuántica, uno que obviamente no se hizo del conocimiento público. La nueva ecuación de fuerza muestra que el orbital 1s es estable porque la fuerza clásica de Coulomb se ve compensada por una fuerza cuántica desconocida hasta ahora. La fuerza cuántica es distinta de cero para todos los otros orbitales del átomo de hidrógeno, y cada orbital tiene su propio carácter, su propia y exclusiva dependencia respecto de x del eigenvalor de fuerza.

Esto constituye un descubrimiento fundamental, realizado de una manera muy sencilla, lo cual siempre suele ser emblemático de la verdadera ciencia. El descubrimiento no tuvo costo alguno para el contribuyente, pero beneficiará a la ciencia inmensamente.