

FÍSICA CUÁNTICA

AUTOR: GUSTAVO TRIGUEROS FALLAS

MAYO: 2021



San Marcos

Contenido

Introducción.....	2
Mecánica Cuántica.....	3
Dualidad.....	4
Conclusiones y recomendaciones.....	6
Referencias bibliográficas.....	7



Introducción

En esta lectura comprenderemos que la característica esencial de la Mecánica Cuántica, que la diferencia de la Mecánica Clásica, es que en general es imposible por razones de principio, efectuar una medición sobre un sistema sin perturbarlo. Pero los detalles de la naturaleza de esta perturbación, y el punto exacto en que ella ocurre son asuntos que no responden a la mecánica clásica. Por estos motivos la Mecánica Cuántica atrajo algunos de los más brillantes científicos del siglo XX, que han erigido con ella un majestuoso y elegante edificio intelectual. Esta lectura introductoria. Por lo tanto pondremos el énfasis sobre el desarrollo de los conceptos básicos de la Mecánica Cuántica, sin entrar en los detalles de algunas técnicas de cálculo y formalismos, dado que estos temas se estudian en cursos superiores de Física. pasaremos revista a estos temas desde una perspectiva histórica, y mostraremos que el comportamiento de las partículas atómicas y de la radiación no se puede describir adecuadamente mediante las nociones clásicas de partícula y onda. Estos conceptos, que derivan de la experiencia a nivel macroscópico, no son adecuados en la escala subatómica y por lo tanto deben ser abandonados y reemplazados por una nueva teoría, que es precisamente la Mecánica Cuántica.

Mecánica Cuántica

Una característica esencial de la Mecánica Cuántica, que la diferencia de la Mecánica Clásica, es que en general es imposible por razones de principio, efectuar una medición sobre un sistema sin perturbarlo. Pero los detalles de la naturaleza de esta perturbación, y el punto exacto en que ella ocurre son asuntos aún oscuros y controvertidos. Por estos motivos la Mecánica Cuántica atrajo algunos de los más brillantes científicos del siglo XX, que han erigido con ella un majestuoso y elegante edificio intelectual.

En 1905 Einstein, influenciado por los trabajos de Lenard, puso en duda la teoría clásica de la luz y varios años antes de los experimentos de Millikan propuso que la energía luminosa está cuantificada en paquetes concentrados, a los que hoy llamamos fotones. El argumento de Einstein se apoyaba en que los experimentos de interferencia y difracción de la luz, sobre los cuales se basa la teoría ondulatoria, se efectúan en situaciones en que el número de fotones es muy grande. Por lo tanto sus resultados representan el promedio de los comportamientos de los fotones individuales, lo que explica porqué en esos experimentos no manifiestan los fotones. Por cierto, los experimentos clásicos de interferencia y difracción muestran de manera definitiva que los fotones no viajan desde donde son emitidos hasta donde son finalmente absorbidos del mismo modo que lo haría una partícula clásica: viajan como ondas, en el sentido que los cálculos basados en la propagación de ondas explican correctamente los patrones de interferencia y de difracción, que dependen, como dijimos, del modo en que se desplazan en promedio los fotones. Pero Einstein no se preocupó de la propagación de la radiación, sino de como es emitida y absorbida. Pensó que si la energía contenida en las ondas electromagnéticas de frecuencia ν sólo puede ser un múltiplo entero de $h\nu$, entonces en el proceso de emisión se producen cuantos de energía electromagnética, cada uno de los cuales lleva una energía $h\nu$. Einstein supuso que esos cuantos están localizados inicialmente en una pequeña región del espacio, y que se mantienen

localizados mientras se alejan de la fuente con la velocidad c . Supuso además que la energía de cada paquete o fotón está relacionada con su frecuencia de acuerdo con la ecuación $E = h \nu$

También supuso que en el efecto fotoeléctrico cada fotón es completamente absorbido por un electrón.

Dualidad

Acabamos de estudiar varios fenómenos que muestran que la radiación electromagnética se comporta como un conjunto de partículas, los fotones, que intervienen individualmente en los procesos elementales de emisión, absorción y dispersión. Sin embargo, los fenómenos de interferencia y difracción muestran que la radiación es un fenómeno ondulatorio. Por lo tanto la radiación electromagnética se comporta como onda en ciertas circunstancias y como corpúsculo en otras. Veremos pronto que las partículas atómicas, como el electrón y el protón, también exhiben la misma clase de dualidad, pues además de comportarse como partículas, en ciertas circunstancias se comportan como ondas, pudiendo dar lugar a fenómenos de interferencia y difracción. Esta dualidad onda-partícula es característica de todos los entes de escala atómica o menor, y no es compatible con nuestra experiencia a nivel macroscópico ni con la descripción dada por la física clásica. Sin embargo, veremos oportunamente que la Mecánica Cuántica permite reconciliar la coexistencia de los aspectos corpusculares y ondulatorios de estos entes. Es oportuno subrayar en este contexto que los conceptos de “onda” y de “partícula” son extrapolaciones de experiencias a nivel macroscópico. Así, en la Mecánica Newtoniana se trata un planeta como la Tierra como una partícula. Creemos en ese concepto porque la Mecánica Newtoniana (o la relativística, si la velocidad es muy elevada) permite calcular correctamente el movimiento. Aplicando los mismos métodos podemos describir fenómenos de escala más pequeña, como el movimiento de partículas de polvo o de las gotas de un aerosol. Pero este no es un motivo suficiente para dar por sentado que el

concepto macroscópico de partícula se puede extrapolar indefinidamente, hasta la escala del átomo y más allá de ella. Por supuesto, se pueden hacer extrapolaciones, pero sólo hasta que se encuentra que ya no funcionan. Con el concepto de onda sucede lo mismo. Podemos ver con nuestros ojos las ondas en la superficie del agua de un estanque. Pero aún del punto de vista clásico, sabemos que no podemos extrapolar el concepto indefinidamente, pues al llegar a las dimensiones moleculares la noción misma de “superficie del agua” pierde sentido. En esa escala encontraremos un gran número de moléculas que se mueven aparentemente al azar, y sólo después de promediar el comportamiento de grandes grupos de moléculas podemos recuperar los conceptos de superficie y de onda. Estos comentarios muestran que el problema surge cuando intentamos extrapolar conceptos macroscópicos como “superficie” y “onda”, derivados de nuestra experiencia cotidiana, hasta dominios donde carecen de validez. Lo que indican claramente los fenómenos que hemos estudiado es que los conceptos clásicos de partícula y onda no se pueden extrapolar a la escala atómica. En esa escala no es lícito establecer una distinción entre “partícula” y “onda” en el sentido clásico. Por otra parte, esa distinción está implícita en el planteo tradicional de la Mecánica, por la forma misma con la cual se definen las variables dinámicas del sistema. Por eso, como vemos, en la Mecánica Cuántica se parte de un planteo radicalmente diferente.

Para ampliar más en estos detalles, se presenta la lectura del libro González Muradás, R. M. y Montagut Bosque, P. (2015). Química. Grupo Editorial Patria, páginas 99 a la 124.



Conclusiones y recomendaciones

Los científicos del siglo XIX y siglo XX lograron comprender que la teoría de la física clásica o física Newtoniana, no podía explicar los fenómenos subatómicos, comprendiendo estos, empezaron a experimentar y encontrar las bases para una nueva mecánica, denominada mecánica cuántica, la cual permite establecer una serie de leyes cuánticas, que en la actualidad ya han sido demostradas de mucha utilidad y que abren un nuevo horizonte al saber.

Referencias bibliográficas

Ramírez Regalado, V. M. (2016). Química 1. Grupo Editorial Patria.
<http://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/40435>

González Muradás, R. M. y Montagut Bosque, P. (2015). Química. Grupo Editorial Patria.
<http://elibro.net.uh.remotexs.xyz/es/lc/bibliouh/titulos/39463>



www.usanmarcos.ac.cr

San José, Costa Rica