



Teoría de De Broglie

Louis De Broglie

Físico francés (1892-1987). En el año 1923, postuló que los fotones tienen a la vez características ondulatorias y de partículas y es posible que todas las formas de la materia tengan ambas propiedades. En el año de 1929 le fue otorgado el premio Nobel por su predicción de la naturaleza ondulatoria de los electrones.

Einstein amplió el concepto de cuantización de Planck a las ondas electromagnéticas. Propuso que la luz (o cualquier otra onda electromagnética) de frecuencia f se puede considerar un flujo de cuantos, a los que llamo fotones. Cada fotón tiene una energía E , dada por la ecuación $E = hf$ y se mueve en el vacío a la rapidez de la luz c , donde $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$

Teoría de De Broglie

Según De Broglie, los electrones, justo igual que la luz, tienen una naturaleza dual partícula-onda. La cantidad de movimiento de un fotón puede ser expresada de la forma: $p = \frac{h}{\lambda_f}$

Siendo, $p = mv$ la magnitud de la cantidad de movimiento de una partícula de masa, m , y de rapidez v . Por tanto, la longitud de onda de De Broglie de dicha partícula es igual a:

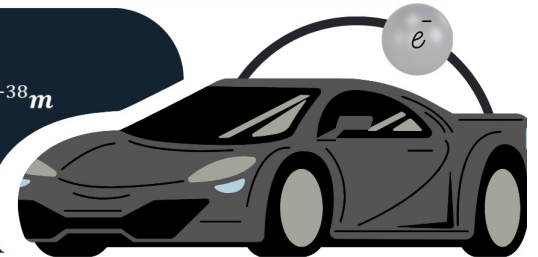
$$\lambda_{dB} = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

La λ_{dB} de una partícula indica la escala de longitud a la cual las propiedades de onda de una partícula son observables.

Si una partícula es significativamente más grande que su λ_{dB} entonces sus propiedades de onda no son observables.

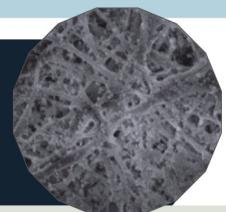
Por ejemplo . . .

Un auto de 1,000 kg que se mueve a una velocidad de 30 m/s, tiene una $\lambda_{dB} = 2 \times 10^{-38} \text{ m}$ por lo que λ_{dB} es demasiado pequeña para presentar algún fenómeno cuántico observable, es decir, se mueve tan lento que no presenta una λ_{dB} relevante.

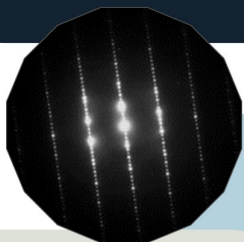


Pero, como típicamente, un electrón en un metal tiene una λ_{dB} de 10 nm, se pueden observar efectos cuanto-mecánicos en las propiedades del metal cuando el espesor de la muestra es del orden de nanómetros llamándole nanopartículas metálicas.

Las propiedades ondulatorias de los electrones son el fundamento de los microscopios electrónicos (resolución $2 \times 10^{-10} \text{ m}$) que nos permiten ver cosas mucho más pequeñas que los microscopios ópticos (resolución $2 \times 10^{-7} \text{ m}$), porque la λ_{dB} asociada a los electrones es bastante menor que la longitud de onda de los fotones de luz visible.



Estafilococos aureus adheridos a membranas poliméricas fibrilares, visto en microscopio electrónico



Patrón de difracción típico obtenido en un microscopio electrónico de transmisión con un haz de electrones paralelo.

La observación de un patrón de difracción producido al pasar los electrones por un material cristalino, por ejemplo el grafito, en donde la distancia interatómica es de 0.1 – 0.2 nm, que corresponde a la λ_{dB} de los electrones si estos viajan a una velocidad de $1 \times 10^6 \text{ m/s}$