La función de onda

✓ El postulado de De Broglie dice que el movimiento de una partícula está "gobernado" por la propagación de su "onda asociada" (tambien denominada onda piloto) pero no dice nada en relación a como se propaga la onda asociada.

✓ La onda asociada a una partícula se representa a través de la función de onda $\Psi(x,y,z,t)$ que es el análogo del campo eléctrico $\vec{E}(x,y,z,t)$ de las ondas electromagnéticas.

✓ La ecuación que describe la propagación de la onda asociada a una partícula, esto es, la ecuación con la que se obtiene la función de onda $\Psi(x,y,z,t)$, fué desarrollada por Erwin Schrödinger en 1925.

✓ A pesar de que la función de onda es un constructo matemático que en sí no tiene significado físico (compleja) Max Born (en 1926) indicó que la conexión cuantitativa entre una partícula y su onda asociada se establece a través de $|\Psi(x,y,z,t)|^2 = \Psi(x,y,z,t)\,\Psi^*(x,y,z,t)$ que representa la densidad de probabilidad (probabilidad por unidad de volumen) de encontrar a la partícula en un punto del espacio (x,y,z) en un tiempo t, siendo $\Psi^*(x,y,z,t)$ el complejo conjugado de la función de onda $\Psi(x,y,z,t)$.

✓ Previamente, Einstein había propuesto que la conexión cuantitativa entre un fotón y su onda electromagnética asociada era E^2, donde E es el campo eléctrico que "representa" la onda. E es real. E se puede medir.

✓ La función de onda cumple con ciertos requerimientos que veremos en esta parte del curso. Uno de ellos es la normalización: Como $|\Psi|^2$ es la probabilidad por unidad de volumen de que una partícula se encuentre en un punto (x, y, z) en un tiempo t, entonces $|\Psi(x,y,z,t)|^2 dx\,dy\,dz$ es la probabilidad de que la partícula se encuentre en un tiempo t entre x y x+dx, entre y y y+dy, y entre z y z+dz.

✓ Ya que la partícula debe encontrarse en algún punto del espacio en todo tiempo, se debe cumplir que

$$\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} |\Psi(x,y,z,t)|^2 dx\,dy\,dz = 1 \qquad (1)$$

Esta ecuación se denomina "normalización de la función de onda".

A manera de ejemplo, si se desea determinar la probabilidad de que una partícula se encuentre en una región del espacio definida de la siguiente forma: $x_1 \leq x \leq x_2$, $y_1 \leq y \leq y_2$ y $z_1 \leq z \leq z_2$, entonces dicha probabilidad se escribe como

$$P = \int_{z_1}^{z_2} \int_{y_1}^{y_2} \int_{x_1}^{x_2} \Psi(x,y,z,t)\, \Psi^*(x,y,z,t)\, dx\, dy\, dz \quad (2)$$