

EL PRINCIPIO DE SUPERPOSICIÓN DE LOS ESTADOS

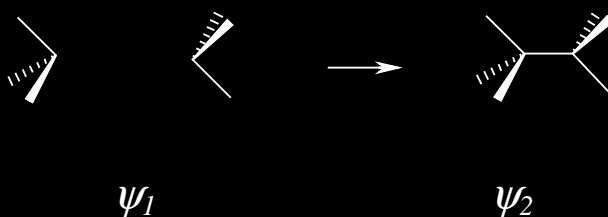
En la concepción clásica, el **estado** de un sistema está determinado por el valor de un número de variables macroscópicas que lo caracterizan exactamente en un momento dado. Nuevos valores temporales de estas variables caracterizan el estado en otro momento.

Se ha definido que dada la manifestación de la naturaleza corpuscular - ondulatoria del micromundo, la mecánica cuántica utiliza funciones y no variables de estado para resolver el problema de la caracterización del comportamiento de los sistemas, las que pueden entenderse como sus leyes particulares. Tales funciones se denominan *funciones de onda* o *vectores de estado* y caracterizan a su vez el **estado cuántico** de tal sistema en un momento dado.

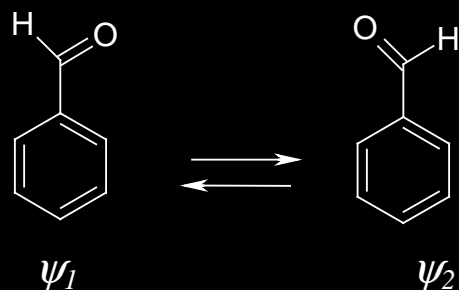
La función de onda que describe el estado de un sistema depende de un conjunto dado de coordenadas q , características del espacio de que se trate, y del tiempo t :

$$\Psi_i(q,t)$$

Ejemplo de estados no degenerados en la dimerización del radical metilo:



Ejemplo de estados degenerados en la isomería rotacional del benzaldehído:



En ambos casos hay dos estados posibles que pueden caracterizarse por ψ_1 y ψ_2 . Estos estados son degenerados si sus características son idénticas (caso del benzaldehído) o no degenerados (caso del radical metilo formando etano) cuando son bien diferentes.

Se puede *postular* que el movimiento libre de un electrón con un momento bien definido \mathbf{p} será descrito por una función de onda correspondiente con una onda plana de De Broglie:

$$\psi(\mathbf{r}, t) = A e^{i[(\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}) - \omega t]}$$

donde
$$\omega = \frac{E}{\hbar} = \frac{p^2}{2m_e \hbar}$$

$$\mathbf{k} = \frac{\mathbf{p}}{\hbar}$$

En su forma más simple, el **principio de superposición de los estados** se reduce a dos afirmaciones:

1. Si un sistema puede poblar o estar en los estados descritos por las funciones de onda ψ_1 y ψ_2 , también puede encontrarse en los estados contruidos con la combinación lineal:

$$\Psi = c_1 \psi_1 + c_2 \psi_2$$

donde c_1 y c_2 son números complejos arbitrarios.

2. Si se multiplica una función de onda por un número complejo arbitrario no nulo, la nueva función de onda corresponde con el mismo estado del sistema. O sea, en la expresión:

$$\psi_1' = c_1 \psi_1$$

tanto ψ_1' como ψ_1 describen el mismo estado.

Sean dos estados de un sistema dados por sus *vectores o funciones de onda*:

$$\psi_1(\mathbf{r}, t) = e^{i[(\mathbf{k}_1 \cdot \mathbf{r}) - \omega_1 t]}$$

$$\psi_2(\mathbf{r}, t) = e^{i[(\mathbf{k}_2 \cdot \mathbf{r}) - \omega_2 t]},$$

donde los momentos de las partículas 1 y 2 están bien definidos como $\mathbf{p}_1 = \hbar \mathbf{k}_1$, $\mathbf{p}_2 = \hbar \mathbf{k}_2$, respectivamente. Como efecto del principio de superposición, cualquier estado Ψ resultante de la combinación lineal $\Psi = c_1 \psi_1 + c_2 \psi_2$ también puede ser poblado por el sistema y NO tiene que tener los mismos valores de momentos lineales \mathbf{p}_1 o \mathbf{p}_2 . Así el momento lineal \mathbf{p} del estado cuántico resultante dependerá de los valores de c_1 y c_2 y se acercará tanto a \mathbf{p}_1 o a \mathbf{p}_2 de acuerdo con el “peso” del estado correspondiente, *dado por el cuadrado de su coeficiente*.

Puede afirmarse que las funciones de onda que describen los estados de un sistema cuántico son “vectores” en un espacio abstracto de un infinito número de dimensiones: *los espacios de Hilbert*. **De acuerdo con la segunda propiedad el estado de un sistema está definido por la dirección y el sentido del vector y no por su módulo.**

La mecánica cuántica admite estados donde ciertas magnitudes físicas no tienen un valor bien definido, lo que le confiere naturaleza estadística. Está claro que el micromundo, que está muy por debajo de la escala de desarrollo del conocimiento del hombre, no puede ser abordado con leyes deterministas clásicas.