

# INDISTINGUIBILIDAD DE LAS PARTÍCULAS

## POSTULADO DE LA INDISTINGUIBILIDAD DE PARTÍCULAS IDÉNTICAS

Cuando las partículas que constituyen un sistema tienen todas las mismas características generales (p.e., los electrones) se las considera *idénticas e indistinguibles* en la **mecánica cuántica** lo que es intrínseco a su carácter estadístico.

Esta es la forma más práctica de enfocar y comprender por parte del hombre las leyes naturales concernientes a las micropartículas. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que ello no implica necesariamente que la naturaleza sea así. Cada día aparecen más evidencias, sobre todo al profundizarse en el estudio del mundo biológico, de que una sola molécula identificable puede ser la causante de procesos complejos, que involucran más tarde millones y millones de ellas. Todo se limita a que nuestra teoría necesita considerar que las partículas sean idénticas e indistinguibles para poder ser coherente.

En el caso de que se trate de un sistema con partículas del mismo tipo y dado que deben considerarse indistinguibles, *el Hamiltoniano tiene que ser invariante con respecto a cualquier intercambio de las coordenadas espaciales y de spin de cualquier par  $i, j$  de ellas*. Por ello, si el operador  $\hat{P}_{i,j}$  permuta las coordenadas  $q_i$  y  $q_j$ , tiene que conmutar con el Hamiltoniano:

$$[\hat{P}_{i,j}, \hat{H}] = 0$$

y por lo tanto tener las mismas funciones propias.

Se puede demostrar que los valores propios de  $\hat{P}_{i,j}$  solo pueden ser  $\epsilon = \pm 1$ .

En el caso en que  $\epsilon=1$ :

$$\hat{P}_{i,j}\psi_S(q_1, \dots, q_i, \dots, q_j, \dots, q_N) = \psi_S(q_1, \dots, q_j, \dots, q_i, \dots, q_N)$$
 se dice que se tiene una función **simétrica**.

En el caso en que  $\epsilon=-1$ :

$$\hat{P}_{i,j}\psi_A(q_1, \dots, q_i, \dots, q_j, \dots, q_N) = -\psi_A(q_1, \dots, q_j, \dots, q_i, \dots, q_N)$$
 se dice que se tiene una función **antisimétrica**.

De acuerdo con el conocimiento que se tiene actualmente de la naturaleza según los resultados experimentales, los estados  $\psi_S$  o los  $\psi_A$  son suficientes para describir cualquier sistema de partículas idénticas.

Los sistemas que pueden ser descritos por funciones simétricas se caracterizan *por valores enteros del número cuántico de spin*.

Ej.: núcleos de helio (partículas  $\alpha$ ), “pares de Cooper” (en superconductividad).

Estos sistemas responden a la estadística de Bose – Einstein, y sus partículas se denominan **bosones**.

Los sistemas descritos por funciones antisimétricas se caracterizan *por valores fraccionarios del número cuántico de spin*.

Ej.: electrones, protones.

Estos sistemas responden a la estadística de Fermi – Dirac y sus partículas se denominan **fermiones**