**Portadores libres a temperatura ambiente de un material intrínseco**

Es un cristal de silicio o germanio que forma una estructura tetraédrica similar a la del carbono mediante enlaces covalentes entre sus átomos, en la figura representados en el plano por simplicidad. Cuando el cristal se encuentra a temperatura ambiente algunos electrones pueden absorber la energía necesaria para saltar a la banda de conducción dejando el correspondiente hueco en la banda de valencia (1). Las energías requeridas, a temperatura ambiente, son de 1,12 eV y 0,67 eV para el silicio y el germanio respectivamente.

El proceso inverso también se produce, de modo que los electrones pueden caer, desde el estado energético correspondiente a la banda de conducción, a un hueco en la banda de valencia liberando energía. A este fenómeno se le denomina recombinación. Sucede que, a una determinada temperatura, las velocidades de creación de pares e-h, y de recombinación se igualan, de modo que la concentración global de electrones y huecos permanece constante. Siendo "n" la concentración de electrones (cargas negativas) y "p" la concentración de huecos (cargas positivas), se cumple que:

ni = n = p

Siendo ni la concentración intrínseca del semiconductor, función exclusiva de la temperatura y del tipo de elemento.

ni(Si) = 1.5 1010cm-3

ni(Ge) = 2.4 1013cm-3

Los electrones y los huecos reciben el nombre de portadores.

**Material Intrínseco**

Se le llama así al cristal del semiconductor que es químicamente puro, y que además no presenta defectos en su red cristalina. A 0°k no existen portadores de carga libres, y el semiconductor se comporta como un aislante, pero al incrementarse la temperatura empiezan a generar pares electrón - hueco.

Estos pares electrón - hueco se generan al romperse los enlaces entre los átomos. Igualmente pueden ocurrir aniquilaciones de pares electrón hueco cuando un electrón de la banda de conducción hace una transición a la banda de valencia y ocupa un estado vacío (hueco), este proceso es denominado recombinación.

**Cristal puro**

Los cristales se distinguen de los sólidos amorfos, no solo por su geometría regular, sino también por la anisotropía de sus propiedades (no son las mismas en todas las direcciones) y por la existencia de elementos de simetría. Los cristales están formados por la unión de partículas dispuestas de forma regular siguiendo un esquema determinado que se reproduce, en forma y orientación, en todo el cristal y que crea una red tridimensional. En un cristal, los átomos e iones se encuentran organizados de forma simétrica en redes elementales, que se repiten indefinidamente formando una estructura cristalina. Estas partículas pueden ser átomos unidos por enlaces covalentes (diamante y metales) o iones unidos por electrovalencia (cloruro de sodio). En otras palabras, los cristales podrían considerarse moléculas colosales, que poseen tales propiedades, a pesar de su tamaño macroscópico. Por tanto, un cristal suele tener la misma forma de la estructura cristalina que la conforma, a menos que haya sido erosionado o mutilado de alguna manera.

**Bandas de energía**

La teoría de bandas está basada en la mecánica cuántica y procede de la teoría de los orbitales moleculares (TOM). En esta teoría, se considera el enlace metálico como un caso extremo del enlace covalente, en el que los electrones de valencia son compartidos de forma conjunta y simultánea por todos los cationes. Desaparecen los orbitales atómicos y se forman orbitales moleculares con energías muy parecidas, tan próximas entre ellas que todos en conjunto ocupan lo que se franja de denomina una “banda de energía”.

Aunque los electrones van llenando los orbitales moleculares en orden creciente de energía, estas son tan próximas que pueden ocupar cualquier posición dentro de la banda.

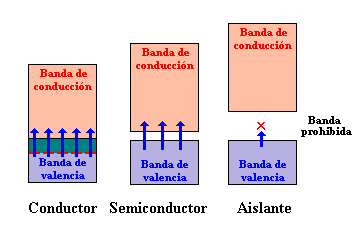
La banda ocupada por los orbitales moleculares con los electrones de valencia se llama banda de valencia, mientras que la banda formada por los orbitales moleculares vacíos se llama banda de conducción. A veces, ambas bandas se solapan energéticamente hablando.

Este modelo explica bastante bien el comportamiento eléctrico no solo de las sustancias conductoras sino también de las semiconductoras y las aislantes.

En los metales, sustancias conductoras, la banda de valencia se solapa energéticamente con la banda de conducción que está vacía, disponiendo de orbitales moleculares vacíos que pueden ocupar con un mínimo aporte de energía, es decir, que los electrones están casi libres pudiendo conducir la corriente eléctrica.

En los semiconductores y en los aislantes, la banda de valencia no se solapa con la de conducción. Hay una zona intermedia llamada banda prohibida.

En los semiconductores, como el Silicio o el Germanio, la anchura de la banda prohibida no es muy grande y los electrones con suficiente energía cinética pueden pasar a la banda de conducción, por esa razón, los semiconductores conducen la electricidad mejor en caliente. Sin embargo, en los aislantes, la banda prohibida es tan ancha que ningún electrón puede saltarla. La banda de conducción está siempre vacía.



**Hueco electrón**

Un hueco de electrón, o simplemente hueco, es la ausencia de un electrón en la banda de valencia (ver también valencia). Tal banda de valencia estaría normalmente completa sin el "hueco". Una banda de valencia completa (o casi completa) es característica de los aislantes y de los semiconductores.

Por ejemplo cuando un cristal tetravalente (es decir de 4 valencias) como el muy conocido silicio es dopado con átomos específicos que, como el boro, poseen sólo tres electrones en estado de valencia atómica, uno de los cuatro enlaces del silicio queda libre. Es entonces que los electrones adyacentes pueden con cierta facilidad desplazarse y ocupar el lugar que ha quedado libre en el enlace; este fenómeno es llamado entonces hueco.