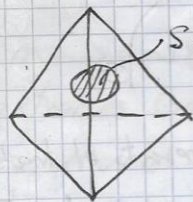


Estructura de la materia desde la Mecánica Cuántica

teoría atómica molecular: la materia está estructurada por partículas elementales muy pequeñas. De los estados de la materia nos interesa el estado sólido donde se presentan los fenómenos que vamos a estudiar: dentro de los sólidos nos interesa los cristelinos que presentan una estructura regular y ordenada.

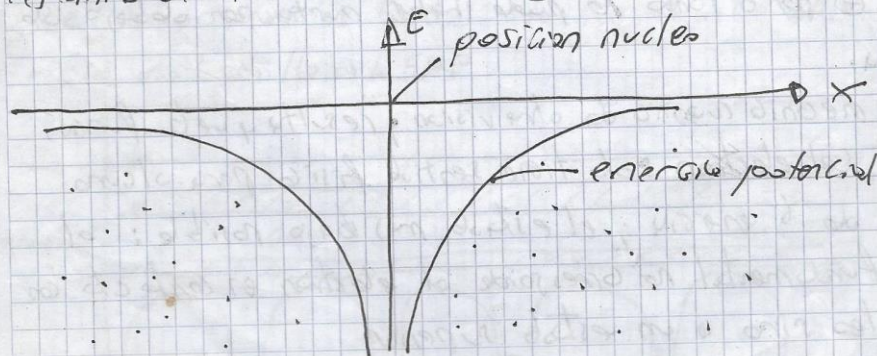
Estas estructuras tienen distintos patrones (hay 14 en total). Uno de ellos es el cúbico centrado en las caras y se presentan en el silicio, germanio, sal común. Se visualiza como:



Si tetraedro regular: cuerpo limitado por 4 triángulos equiláteros y el tetraedro unido con los vecinos por sus vértices

los electrones de valencia unidos ^{compartidos} de a pares determinan las propiedades eléctricas del material

representaremos la energía potencial de un electrón en las cercanías de un núcleo con carga \oplus

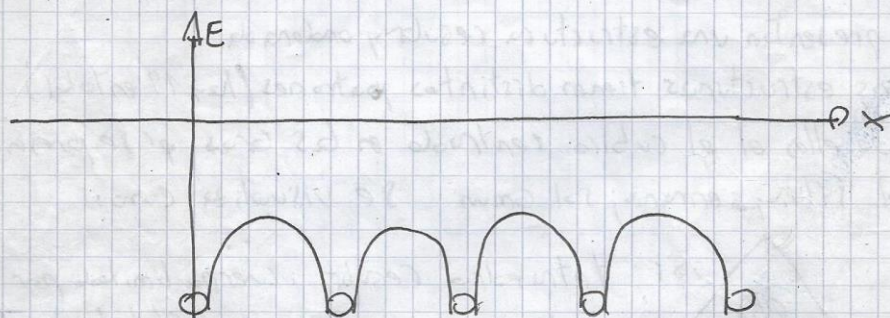


cuya función se representa: $E = -\frac{e^2}{x}$

deducible a partir de la ley de Coulomb.

La curva de energía está x debajo de la observada; la E_p es cero a dist infinita

Pero si consideramos una disposición regular de átomos como los que se encuentran en los cristales tendremos

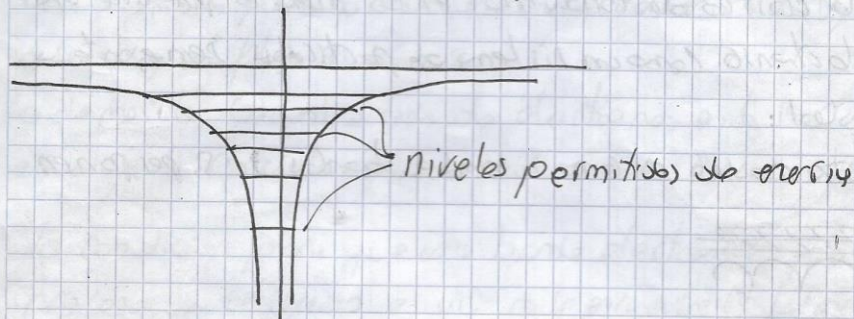


$x=0$: átomo de borde: el gráfico representa el trabajo necesario para extraer un electrón de la pieza la E_p varía periódicamente debido a la disposición regular y ordenada

Por razones clásicas se comprende que los puntos por debajo de la curva de E_p no tienen sentido físico en efecto la E_c es siempre \oplus por lo tanto no puede haber puntos por debajo de la curva.

Pero la mecánica cuántica da otra visión, resulta que la función de onda del electrón solo tiene sentido físico para algunos valores de la energía; el estado más bajo posible: el estado fundamental no corresponde al electrón en contacto con su núcleo sino a un estado nublado

los distintos valores permitidos corresponden al número cuántico "n". O sea hay 2 limitaciones por razones "clásicas" y por razones "cuánticas". Hay probabilidad ≠ 0 de que el electrón atraviese la barrera de potencial.

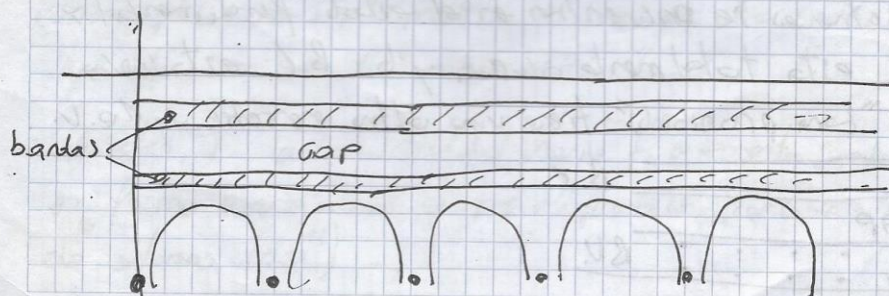


es que en un átomo aislado cuando se acercan los átomos los electrones comienzan a interactuar uno con el otro y generan niveles de energía separados.

Resultan así dos niveles de energía, uno con energía más baja (estado fundamental) y otro con energía más elevada (estado excitado).

Se ocupa primero el nivel más bajo; el otro nivel se ocupa si el electrón tiene "energía adicional" (estado excitado).

O sea se originan las "bandas" de energía; entre ellas se origina una banda libre o GAP.



NOTA

la banda del estado fundamental se denomina:
"banda de valencia"; mientras que el estado excitado
se denomina "banda de conducción".

Conducción en los metales

el modelo clásico de conducción en los metales predice una
nube electrónica como un sistema de partículas semejante a
un gas ideal:

En nuestro modelo es como si ambas bandas se superponen



SEMICONDUCTORES

Semiconductor: material que presenta un valor intermedio de conductividad
entre conductor y aislante pero este valor es,
fuertemente dependiente con la temperatura $\rightarrow \text{temp} \rightarrow \text{conductividad}$

Modelo de conducción eléctrica de los SEMICONDUCTORES

la estructura del semiconductor clásico como el silicio es muy
estable

Un cristal puro de semiconductor tipo o ON (-273°C) todos
los electrones se encuentran en el estado fundamental y
la B.V. está totalmente ocupada y la B.C. está vacía
el GAP "zona prohibida" tiene una altura energética de 1 e.V.

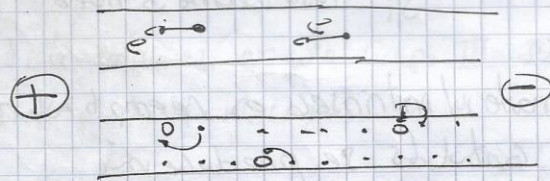


Cuando aumenta la temp los electrones tienen suf. energía para "saltar" el GAP y pasar a la B.C. creando un hueco y a la vez un electrón en la B.V. se produce un "hueco" pero al electrón que va a la B.C. también puede perder energía y volver a la B.V. "recombinarse" o sea hay un "flujo dinámico"

además la concentración de electrones en la B.C. (n) es igual a la concentración de huecos en la B.V.

"la condición para que una banda electrónica participe del proceso de conducción es que no se encuentre totalmente llena ni totalmente vacía"

Cuando el semiconductor se somete a un campo eléctrico hay un movimiento neto de las cargas hacia el mayor potencial

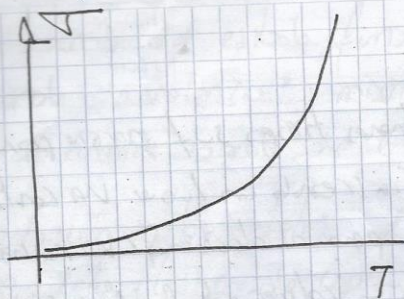


Los "huecos de conducción"

Como cargas $+$ que se mueven en dirección opuesta a los electrones

Todo lo expuesto se refiere a un material "puro" este se lo denomina "SEMICONDUCTOR" intrínseco que tiene como aplicación ser la materia prima de otro material llamado semiconductor "extrínseco"

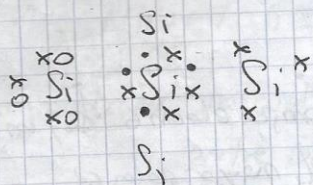
en el S.I. la conductividad varía fuertemente con la temp en forma exponencial y tiene portadores por cada billón de átomos (10^{12})



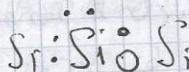
σ: conductividad
vs Temp.

Semiconductores extrínsecos:

Se obtienen de los intrínsecos por el agregado de pequeñas cantidades de impurezas: elementos del grupo III: Al. o del grupo V: As. El Si y el Ge son del grupo IV: 4 electrones de valencia: se comportan de el en los vecinos



al existir se producen "huecos"



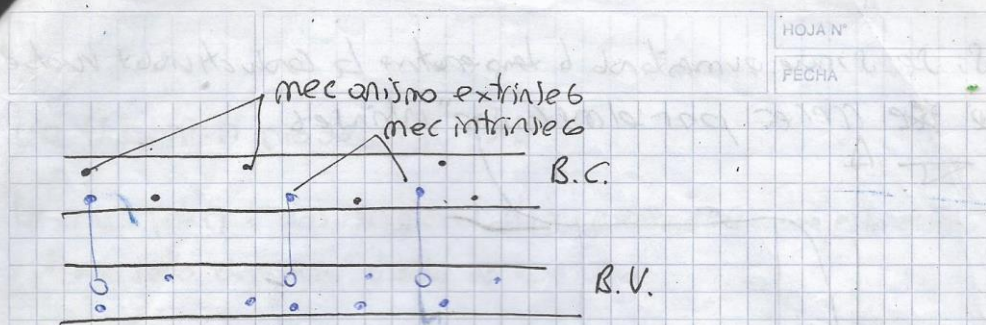
Si "insuficiente" "huecos"

Si algunos átomos del material intrínseco es reemplazado por material de impurezas con más de 4 electrones se produce una profunda alteración electrónica x ej Ar: 5 electrones



Si "electrones" "de mas"

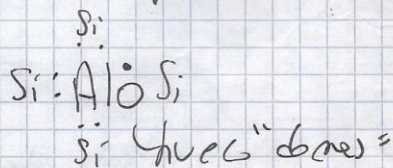
este electron "de mas" tiene ya de por si casi lo suficiente energía para "saltar" el GAP e ir a la B.C. o sea



La consecuencia inmediata es que hay muchos más "portadores" en el B.C. mec intrínsec $1 \text{ port} \times 10^{12}$ u menos impurezas 1×10^7 u menos de Si; 1 portador $\times 10^5$ impureza aumento de portadores en orden de 10^5 : (cinco mil veces más) otra consecuencia importante se ha notado la presencia huecos-electrones; hay portadores electrónicos si el grupo pentavalente hueco del mecanismo intrínsec.

El proceso de incorporar impurezas se denomina "dopado".

Si la impureza es del Grupo III se incorporan "huecos" donde sin q' haya electrones



misma probab pero a la inversa

el S.C. se ve tipo n: impurezas pentavalente
" " " p: " trivalentes.

Con poca temperatura el semiconductor puede conducir y luego mantener su conductividad en un rango amplio de temperaturas

Si se tiene constante la temperatura la conductividad vuelve a ~~se~~ crecer por el mecanismo "intrínseco"

