

# INTRODUCCIÓN A LOS SEMICONDUCTORES.

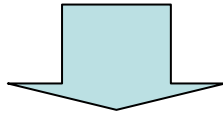
- 1.- Introducción
- 2.- Clasificación de los materiales.
- 3.- Semiconductores intrínsecos. Estructura cristalina.
- 4.- Semiconductores extrínsecos. Impurezas donadoras y aceptadoras.
  - 4.1.- Semiconductores tipo n. Impurezas donadoras.
  - 4.2.- Semiconductores tipo p. Impurezas aceptadoras.
- 5.- Modelo de las bandas de energía.
- 6.- Conducción en metales y semiconductores.

## 2.- Clasificación de los materiales

La materia está constituida por átomos

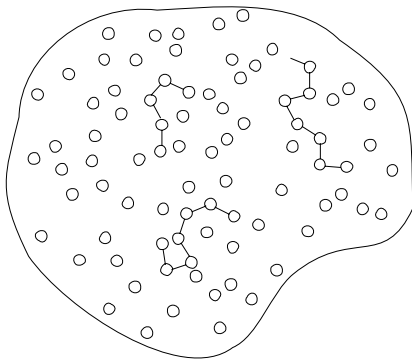
Propiedades químicas → Distintos átomos

Distintas fases → fuerzas de unión entre átomos

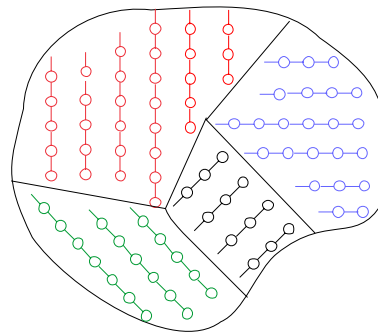


**En un sólido la disposición espacial de sus átomos juega un importante papel.**

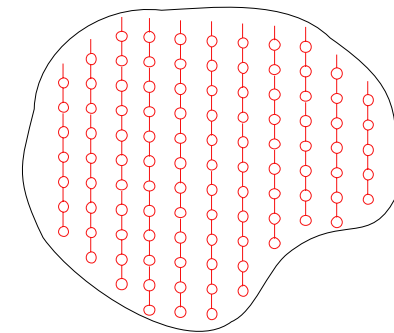
**Atendiendo a la disposición atómica, un sólido puede ser:**



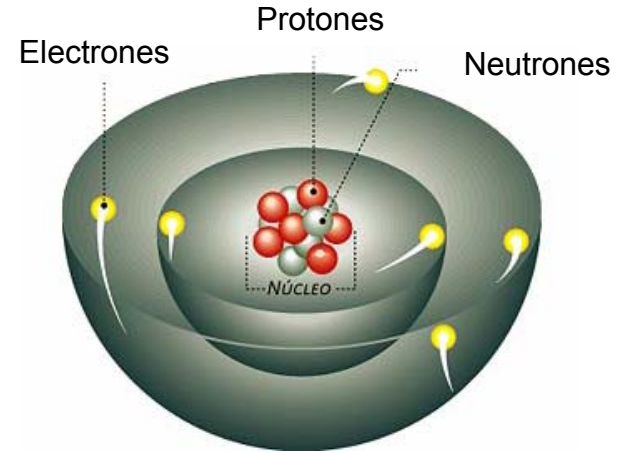
**Amorfo**



**Multicristalino**

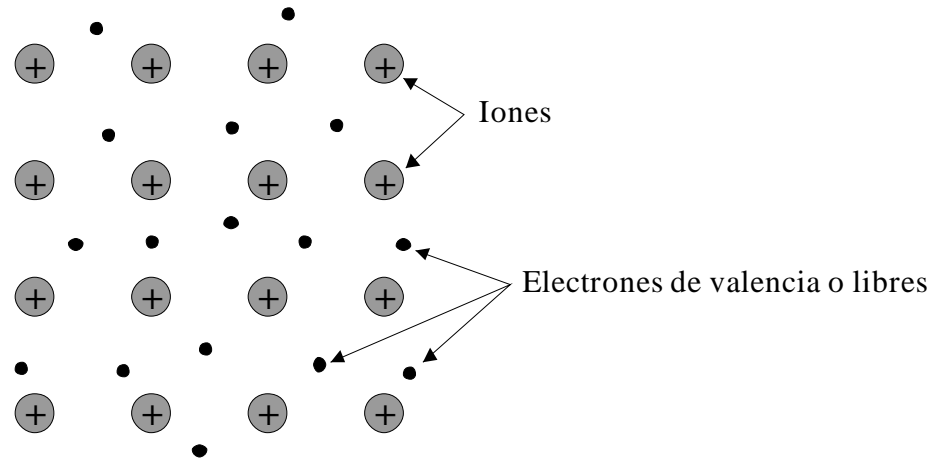


**Cristalino**



## 2.- Clasificación de los materiales

Atendiendo a las propiedades eléctricas, un sólido puede ser:



**Conductor**

$$\rho \sim 10^{-5} - 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$$

**Semiconductor**

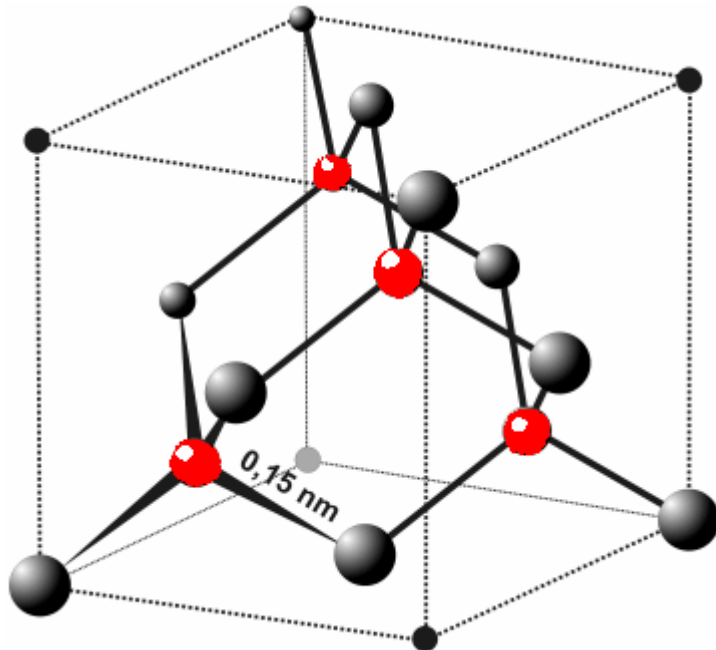
$$10^{-3} < \rho < 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$$

**Asislante**

$$\rho \sim 10^{18} \Omega \cdot \text{cm}$$

### 3.- Semiconductores Intrínsecos. Estructura Cristalina

#### *Estructura diamantina*

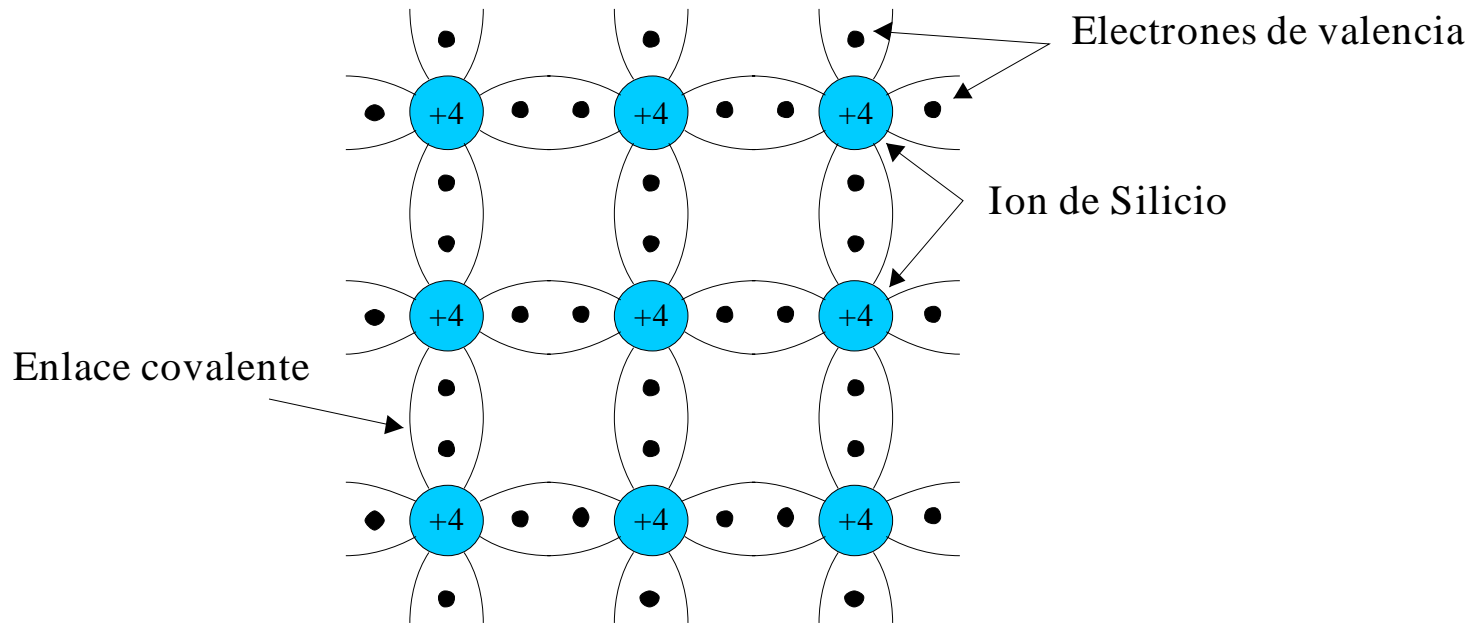


Los semiconductores más habituales como el Si y el Ge poseen 4 electrones de valencia (en la última capa)

Sólo tendremos en cuenta estos 4 electrones así como las cargas positivas del núcleo que los compensan

# 3.- Semiconductores Intrínsecos. Estructura Cristalina

## Representación en dos dimensiones



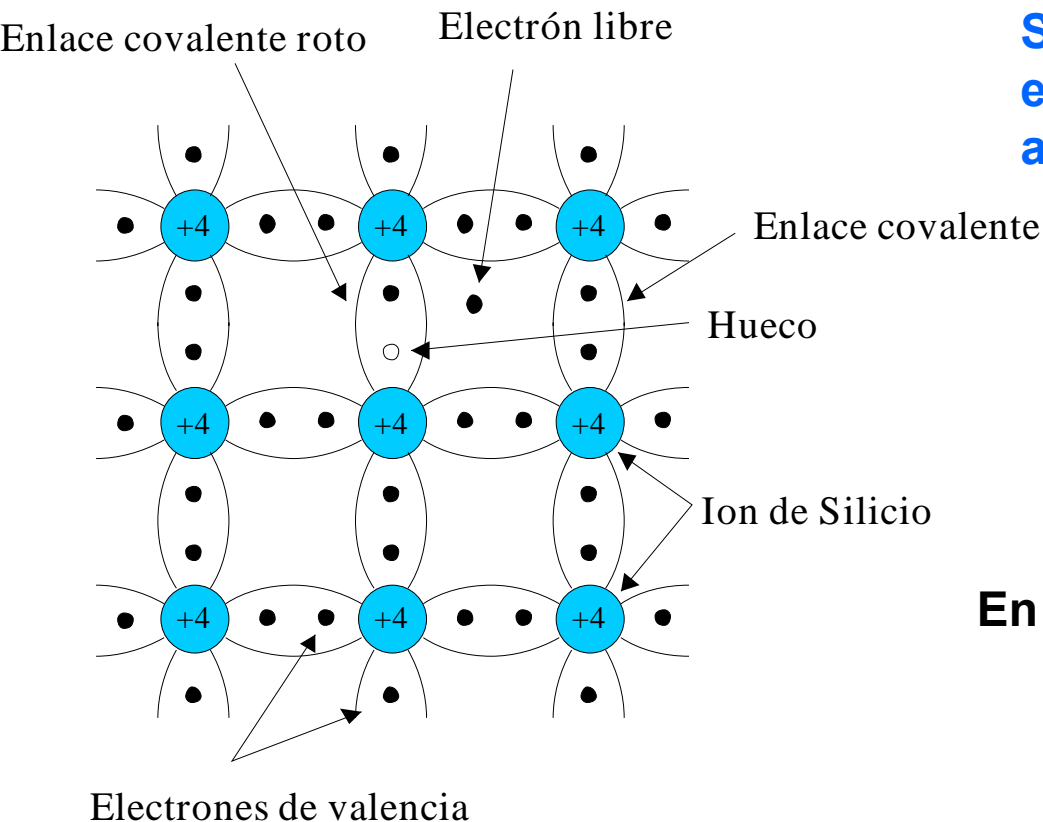
### Semiconductor puro a muy baja temperatura (próximo a 0 K)

No hay electrones libres →

**Se comporta como un aislante**

### 3.- Semiconductores Intrínsecos. Estructura Cristalina

Si aumentamos  $T^a$   $\rightarrow$  Estamos suministrando energía



Si la Energía suministrada es superior a  $E_G$  aparecen dos tipos de cargas libres

- electrones (negativas)
- huecos (positivas)

En un semiconductor intrínseco:

$$n = p = n_i$$

$n_i =$  concentración intrínseca  $f(T^a)$

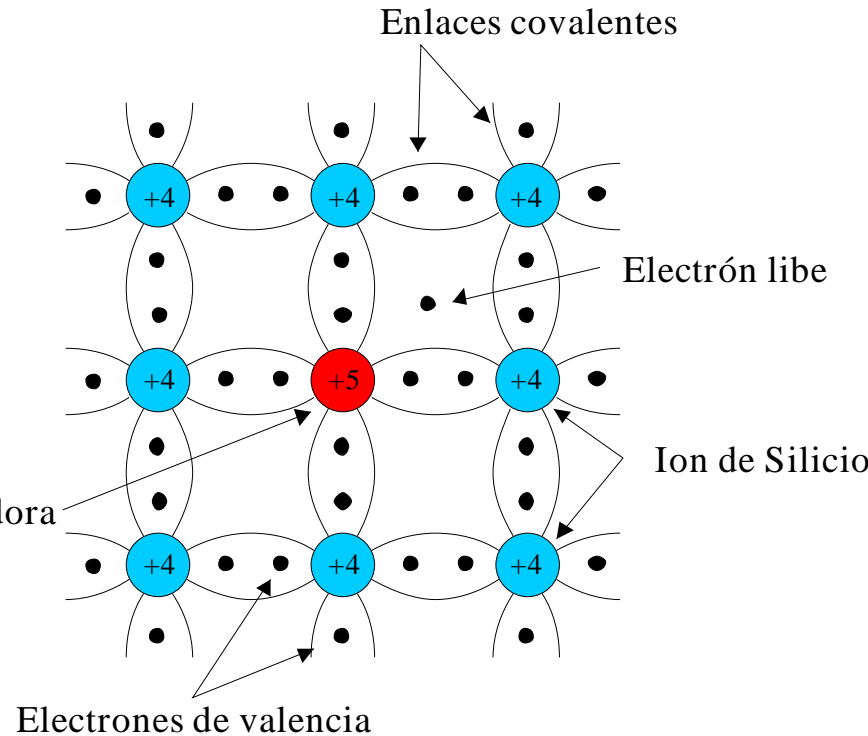
# 4.- Semiconductores Extrínsecos.

## 4.1.- Semiconductores tipo n. Impurezas donadoras.

Impurezas pentavalentes

**P**, As, Sb

Al dopar un SC intrínseco con impurezas donadoras, aumenta la concentración de electrones y disminuye la de huecos



**Ley de Acción de Masas**

$$n \cdot p = n_i^2$$

$$\left. \begin{array}{l} N_D - N_A \approx N_D \gg n_i \\ n \gg p \end{array} \right\} n \approx N_D$$

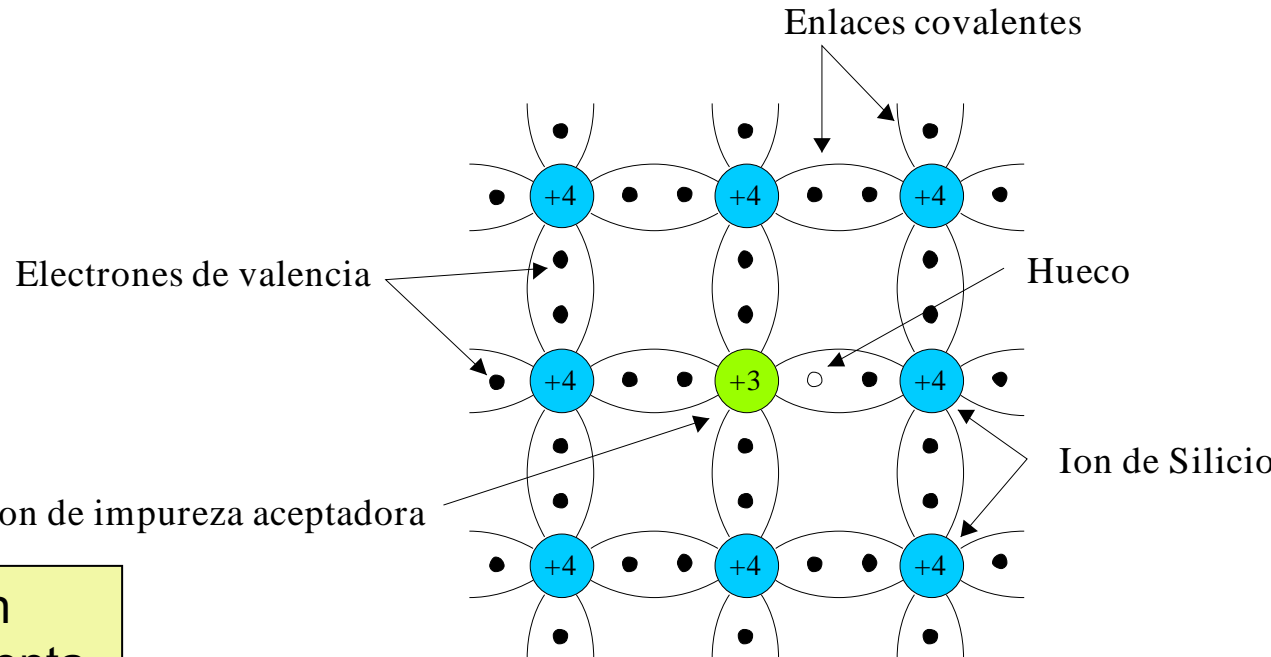
$$\text{Como } n \cdot p = n_i^2 \Rightarrow p = \frac{n_i^2}{N_D}$$

# 4.- Semiconductores Extrínsecos.

## 4.1.- Semiconductores tipo p. Impurezas Aceptoras.

Impurezas trivalentes

**B**, Al, Ga



Ion de impureza aceptadora

Al dopar un SC intrínseco con impurezas aceptoras, aumenta la concentración de huecos y disminuye la de electrones

$$\left. \begin{array}{l} N_A - N_D \approx N_A \gg n_i \\ p \gg n \end{array} \right\} p \approx N_A$$

$$\text{Como } n \cdot p = n_i^2 \Rightarrow n = \frac{n_i^2}{N_A}$$



# 5.- Modelo de Bandas de Energía.

**E** (Energía de los electrones)

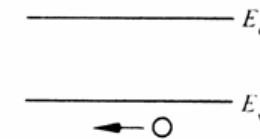
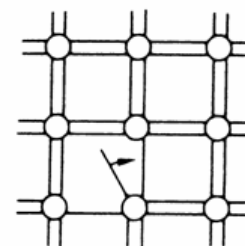
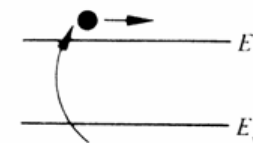
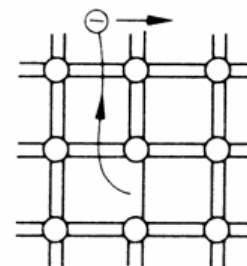
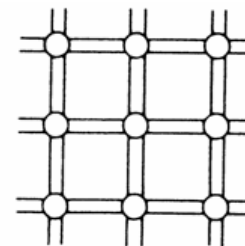
Banda de conducción

Banda de valencia

$E_C \equiv$  Mínima energía de la B. de conducción

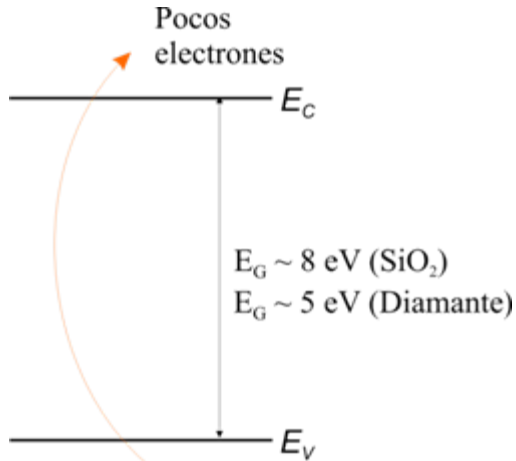
$E_G \equiv$  Banda prohibida  $\equiv E_C - E_V$

$E_V \equiv$  Máxima energía de la B. de valencia

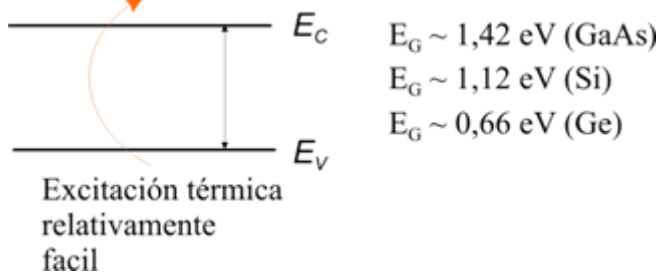


# 5.- Modelo de Bandas de Energía.

Aislante



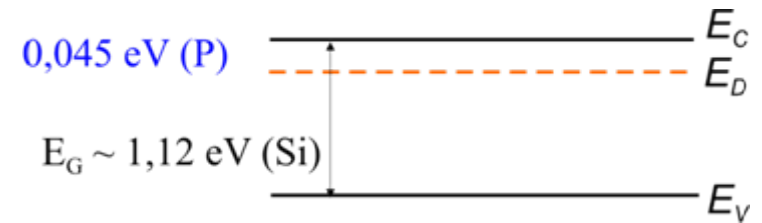
Semiconductor



Conductor



Impurezas donadoras

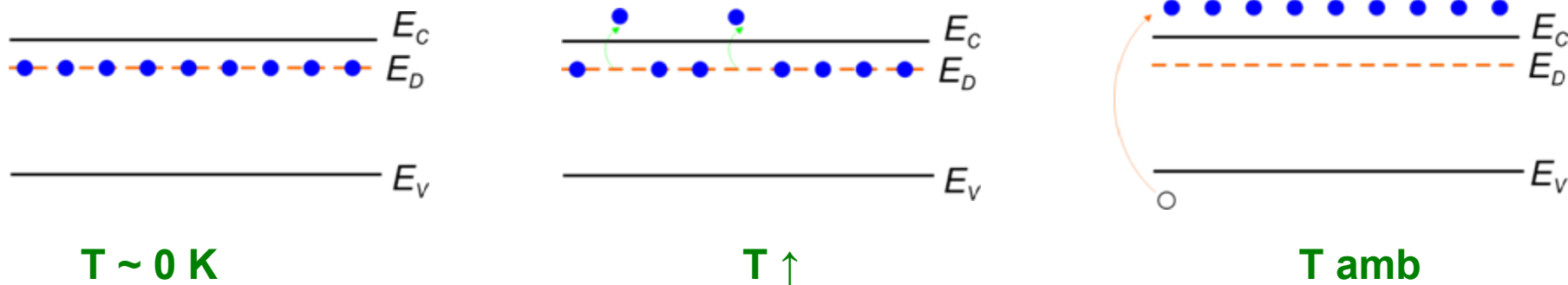


Impurezas aceptadoras

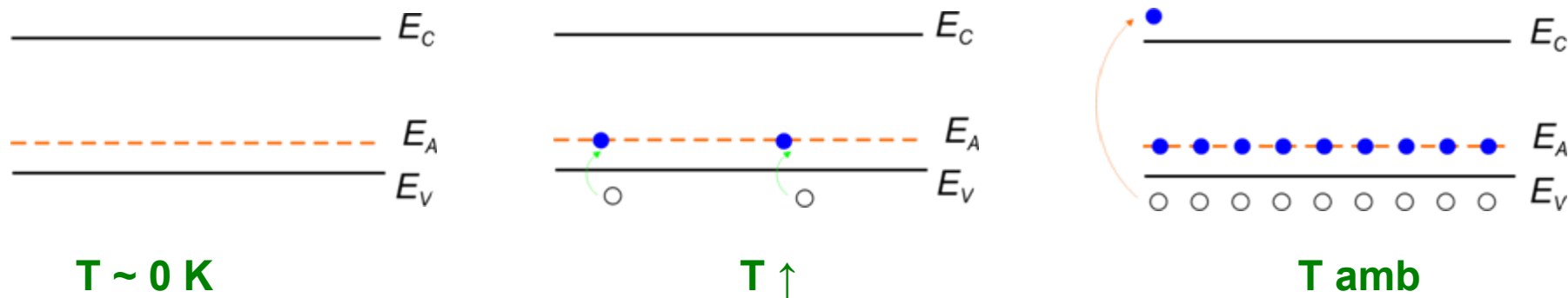


# 5.- Modelo de Bandas de Energía.

## Semiconductor tipo n, impurezas donadoras

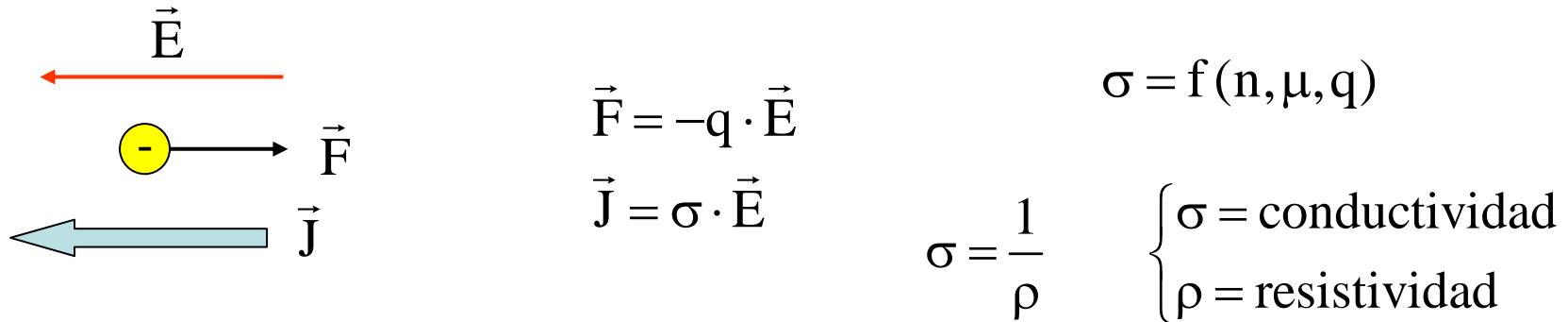


## Semiconductor tipo p, impurezas aceptadoras



# 6.- Conducción en Metales y Semiconductores.

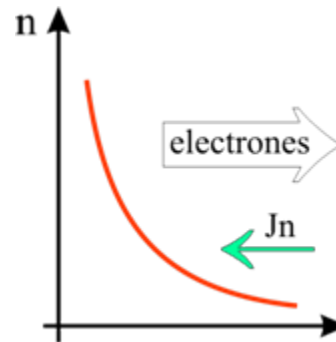
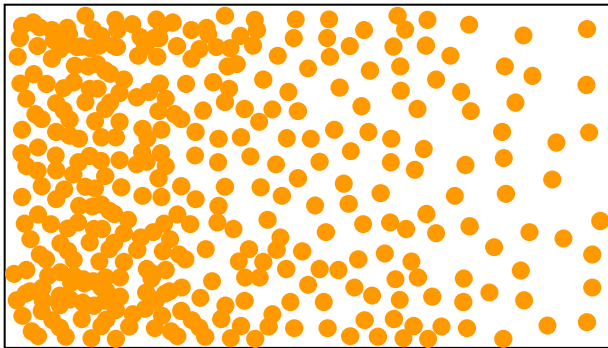
## Corriente de arrastre



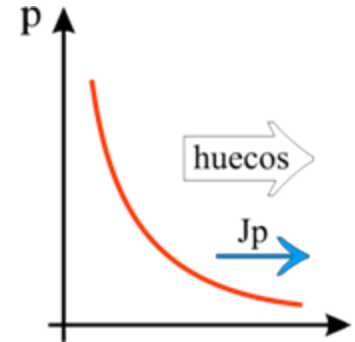
- En los conductores (metales) sólo existe corriente cuando se aplica un campo eléctrico
- Esta corriente se debe al **arrastre** de los electrones libres
- En los metales  $\sigma$  es alta ( $\rho$  baja)
- Si aumenta la T<sup>a</sup>  $\sigma$  disminuye ( $\rho$  aumenta) → **en los metales la resistencia aumenta con la temperatura**

# 6.- Conducción en Metales y Semiconductores.

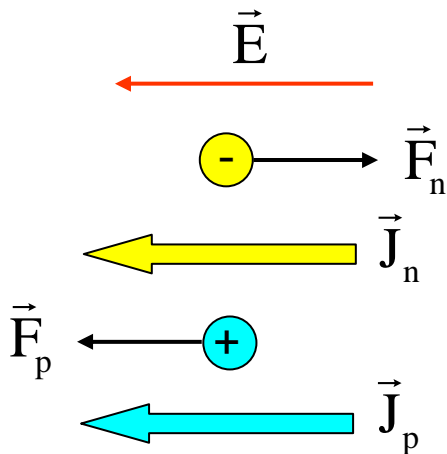
## Corriente de difusión



$$J_n = q \cdot D_n \cdot \frac{d n}{d x}$$



$$J_p = -q \cdot D_p \cdot \frac{d p}{d x}$$



- La corriente eléctrica en un SC puede tener cuatro términos

Corriente de arrastre de electrones

Corriente de arrastre de huecos

Corriente de difusión de electrones

Corriente de difusión de huecos

- Si aumenta la  $T^a$   $\sigma$  aumenta ( $\rho$  disminuye)  $\rightarrow$  **en los semiconductores la resistencia disminuye con la temperatura**