

Physique

13/10/2007

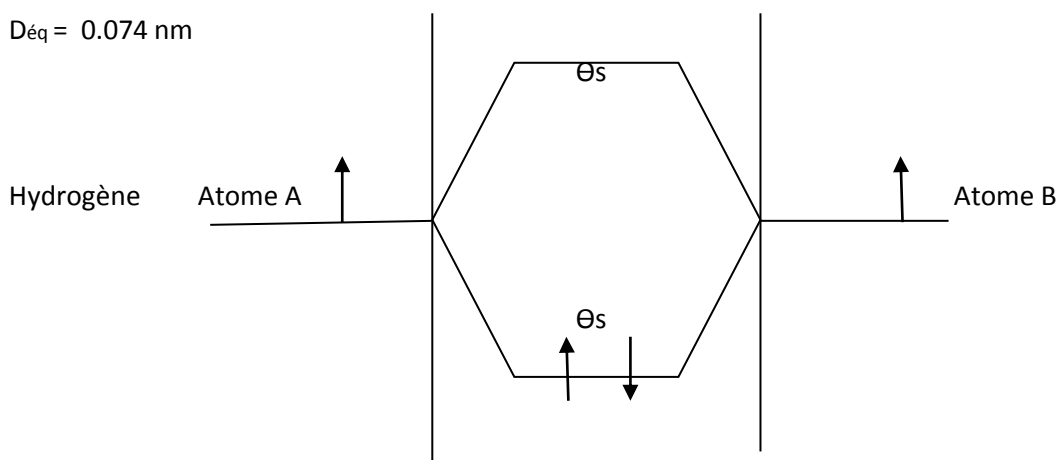
L'énergie potentielle du système formé par les atomes varie en fonction de leur distance.

Elle est minimale pour la distance d'équilibre d_{eq} .

Pour écarter ou rapprocher les deux atomes à partir de leur distance d'équilibre, il faut fournir un travail. Ce travail augmente l'énergie potentielle du système.

(+) => <= (+) → il y a écrantage des charges +

$d_{eq} = 0.074 \text{ nm}$



On a vu que le Si contient $5 \cdot 10^{22} \text{ atomes} \cdot \text{cm}^{-3}$

Si on suppose qu'il n'y a qu'un seul niveau par atome (ce qui est faux) et si la largeur de la bande fait 5 eV cela fait $5/5 \cdot 10^{22} = 10^{22} \text{ eV}$ d'écart => impossible à séparer.

Gap = entre la Bande de Conduction et Bande de Valence (en eV)



Chaque matériau cristallin possède une caractéristique propre : le niveau de Fermi (un plafond que les électrons ne dépassent jamais, à 0 Kelvin (K)). C'est l'énergie max des électrons au repos.

Semi conducteurs : Dopé : $E_g < 2 \text{ eV}$; Non dopé : $E_g > 3 \text{ eV}$

Métaux : Toujours conducteur (e- dans la BC)

Isolant : $\text{Gap} > 5 \text{ eV}$ (e- dans la BV) k

Il faut $1 \text{ Gap} > 200 \text{ k} \cdot T_{\text{ambiante}}$ (k=Constance de Bosman et T=Température) pour bloquer.

Il suffit d'exciter (température, lumière) un petit nombre d'e- pour peupler la BV.

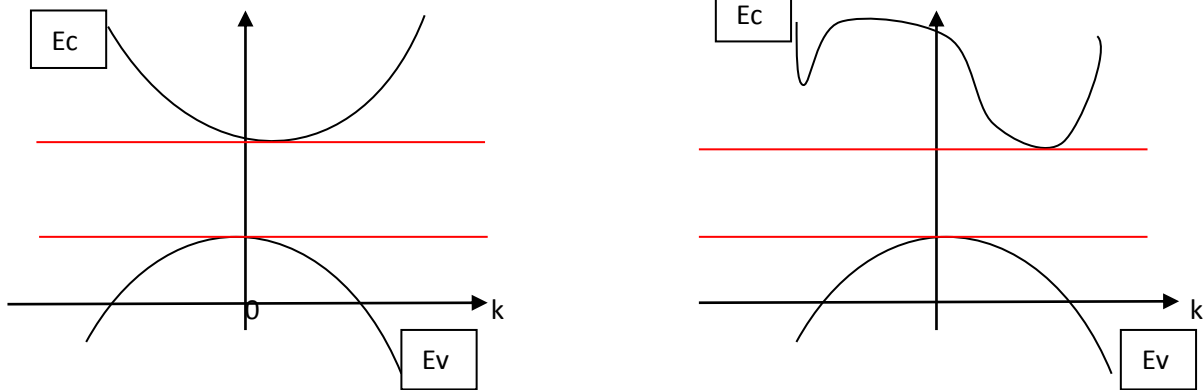
Dans le silicium, il y a entre 10^{10} et 10^{13} électrons libres /cm² (sur $5 \cdot 10^{22}$ atomes, ça fait un milliardième !)

La conductivité dépend directement du nombre de porteurs de charge dans la BC.

Structure des bandes :

Elle dépend de l'orientation choisie dans le cristal.

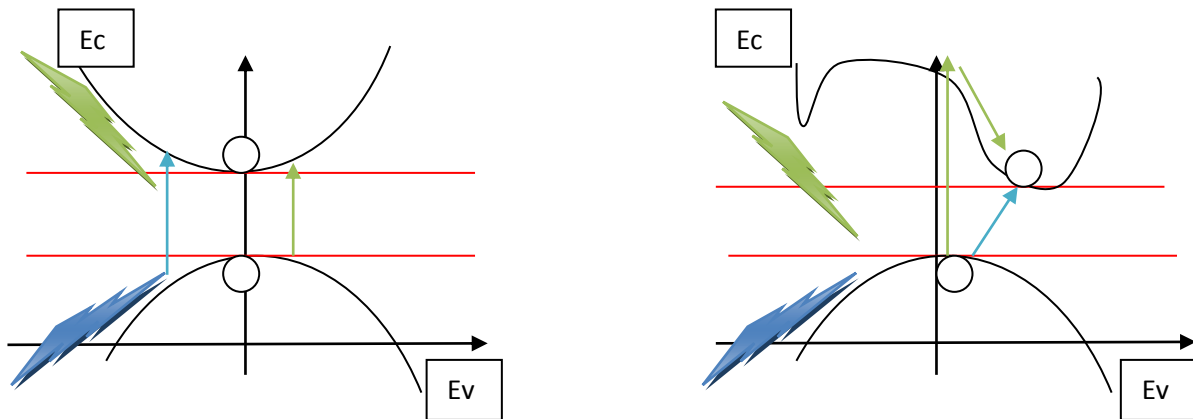
On peut le représenter en 2 dimensions



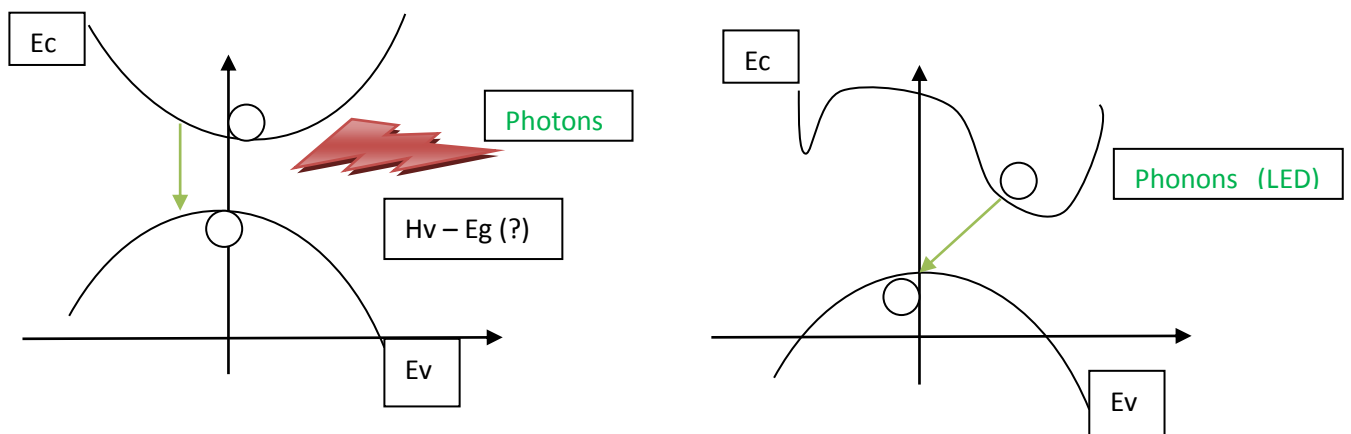
Phonon = Vibration du cristal qui fait coulisser les portes en face des autres

Gaps Directs : Permettent l'émission de Photons

Gaps Indirects : Permettent l'émission de Phonons



Excitation (génération d'une paire e-/h+)



Combinaison radiative

Combinaison non radiative

18/10/2007

On peut jouer avec des électrons avec :

L'énergie dans les bandes (jeux cinétique)

Ou La position des bandes (niveaux) (jeux de potentiels)

Conduction électrique : déplacement de charges, dans le même sens, sous l'effet d'un champs E

Il faut donc des charges libres de se déplacer.

+ il y a de charges libres, + le courant est important, pour un même champs E
(la conductivité augmente)

Les charges ne sont libres que sur des bandes d'énergie incomplètes

A retenir : Les électrons se déplacent dans le sens inverse du champ $E \Rightarrow$

Les trous se déplacent dans le sens du champ $E \Rightarrow$

$\rightarrow \quad \rightarrow$

Force de Coulomb : $F = q E$

Energie thermique d'excitation $E_c = \frac{1}{2} kT$

Sur le niveau de Fermi, il n'y a ni électrons, ni trous.

Si on s'écarte de Fermi, on sort de l'équilibre.

$n(\text{bande de Conduction}) (\text{population}) = N_c (\text{pop max}) e^{\left(- \frac{\Delta E_n (-E_f - E_c)}{kT} \right)}$

$p(\text{bande de Valence}) (\text{population}) = N_v (\text{pop max}) e^{\left(- \frac{\Delta E_p (-E_f - E_v)}{kT} \right)}$

n_i = Concentration Intrinsèque des porteurs dans le Si :

$$n_i = AT^{3/2} e^{\left(\frac{-E_g}{2kT} \right)}$$

$$n_i = 1,45 \cdot 10^{10} \text{ cm}^{-3} \text{ à } 300 \text{ K}$$

E_g = Energie du Gap

+ il y a de porteurs de charges, + le matériau est conducteur

On peut ajouter des électrons ou des trous au cristal semi-conducteur

e- dopage négatif

Le niveau de Fermi descend

h+ dopage positif

Le niveau de Fermi monte