

Physique 1^{er} Cours

Evals: Semestre = 12h de cours
18h de TD
3h30 / semaine en groupe

Organismes=>cellules=>molécules=>Macromolécules

Atome



Electrons (e-) en mouvement (négatifs)
Noyau dense/lourd/petit supposé immobile (positif)
(e+)

1947

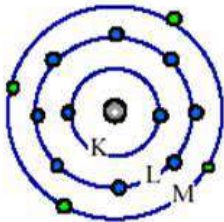
1 transistor = Quelques cm

2007

Quelques cm = 1 milliard de transistors (35nm)
(Taille entre molécule et cellule)

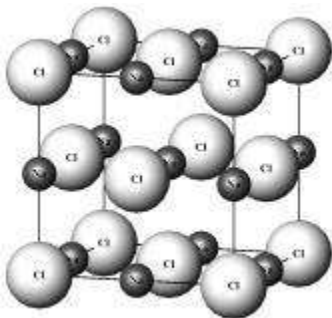
I. ATOMES

Atome de Silicium



Atome de silicium

Cristal de Silicium



Couches désordonnées

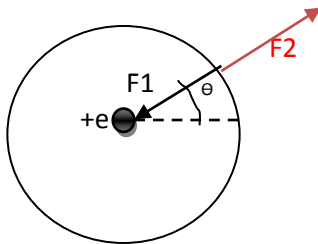
Couches ordonnées

Le but est : De minimiser le nombre d'électrons sur la couche de Valence en ajoutant des matières comptant moins d'électrons sur leur propre couche de Valence : ajouter un **Dopant**.

1) Modele de Bohr

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{r^2} \quad \Rightarrow \quad E_p (\text{énergie potentielle}) = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{r^2}$$

(= $m \cdot V^2$)

$$F_2 = m \cdot a = m \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow E_c (\text{énergie cinétique}) = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$
$$\begin{aligned} F_1 &= F_2 \\ \Leftrightarrow \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{r^2} &= m \cdot \frac{v^2}{r} \\ \Leftrightarrow r &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{m \cdot v^2} \end{aligned}$$
$$E = -\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r^2} \right)$$


orbites précises $\Leftrightarrow$ stationnaires $= 2 \pi r = n \cdot \lambda$

Radiation de longueur d'onde = $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$

On a alors : $2 \pi r = \frac{n \cdot h}{m \cdot v}$; Soit $v = \frac{n \cdot h}{2 \pi \cdot m \cdot r}$

Rayon d'orbite $n \Rightarrow r_n = n^2 \cdot \frac{\epsilon_0 \cdot h^2}{\pi \cdot m \cdot e^2}$

Energie correspondante :

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \cdot \frac{m \cdot e^4}{8 \cdot \epsilon_0 \cdot h^2}$$

$$= -\frac{1}{n^2} \cdot K$$

$$= -\frac{1}{n^2} \cdot 13,6 \text{ (eV)}$$

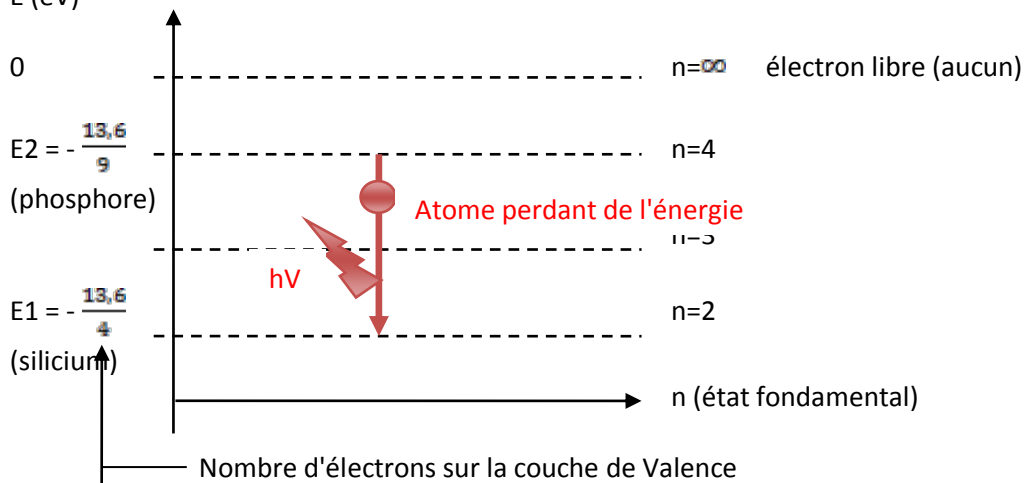
K, Constante $K = 2,18 \cdot 10^{-18}$ Joules

Soit $K = 13,6 \text{ eV}$

(1 eV = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Joules)

3) Hypothèse Franck / Hertz

E (eV)



Le passage d'un électron (e-) d'une orbite définie à une orbite n, on fait un échange de quantum d'énergie.

Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J/sec}$

$$|\Delta E| = h\nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

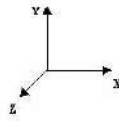
Variation d'énergie en eV

Radiation lumineuse (fréquence de radiation) en eV

Vitesse de la lumière $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$

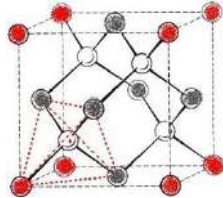
II. CRISTAUX

Cristal : Empilement régulier de motifs (atomes, molécules, ions, ...) suivant périodique (sans liaisons entre les motifs).

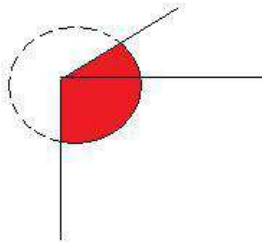


. Structure

Coin = 8 (/8)
Face = 2 (/2)
Centre = 1 (/1)
Arêtes = 4 (/4)



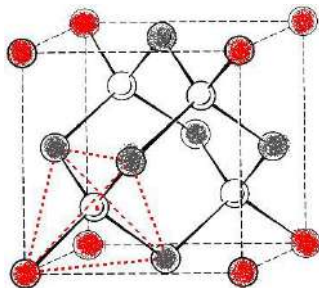
Exemple :



donc ... $\times \frac{1}{8}$



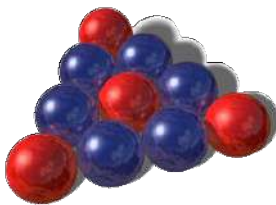
Silicium :



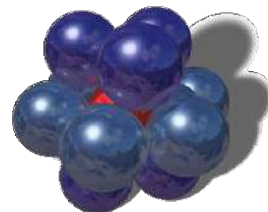
- Quarts de diagonales (4)
- Coins (8)
- Faces (6)

Cristaux de métaux :

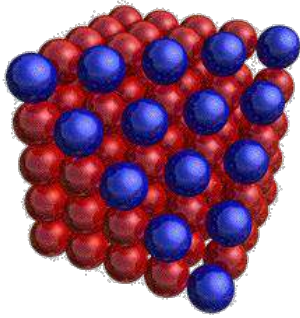
Sphères rigides qui s'empilent ou s'alignent pour occuper le moins de place possible. Une grande capacité permet de maximiser les forces de cohésion (forte union) du cristal.



1 entouré de 6 autres



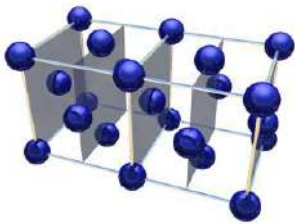
1 entouré de 12 autres



Plan réticulaire (en bleu)

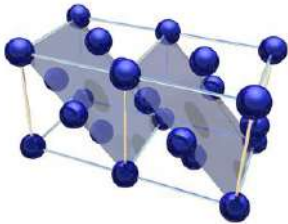
Familles de plans (tous les plans d'une même famille sont identiques) :

Famille de plans faciaux. La distance entre chaque plan vaut :



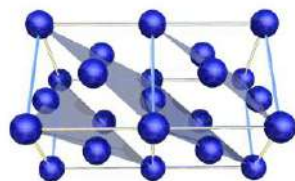
$$d = \frac{a}{2}$$

Famille de plans réticulaires de type oblique. La distance entre chaque plan vaut :



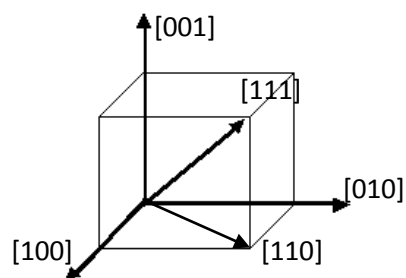
$$d = \frac{a}{\sqrt{2}}$$

Pour la famille de plans réticulaires présentée ci-contre, la distance entre chaque plan vaut :

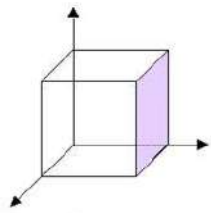


$$d = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

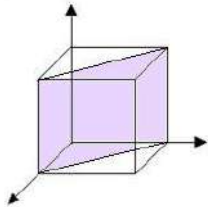
Indices de Miller :



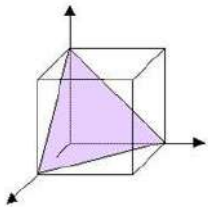
Familles:



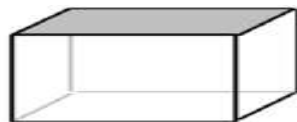
$[100] = [001] = [010]$



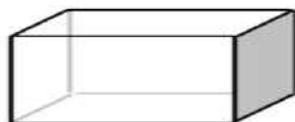
$[100]$



$[111]$



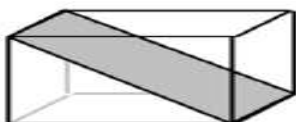
(001)



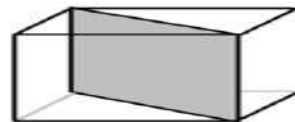
(100)



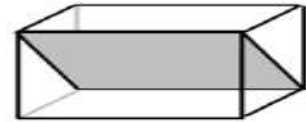
(010)



(101)



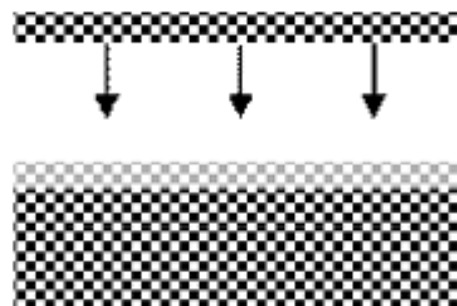
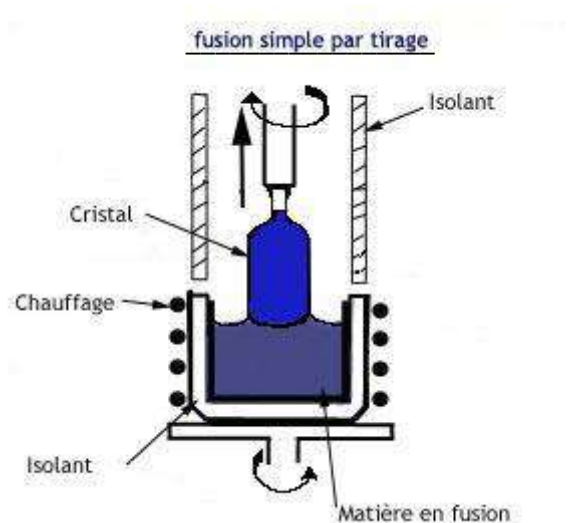
(110)



(011)

EGS = (Electronic Grade Silicon) Electroniquement utilisable (purifié)

MGS = (Metal Grade Silicon) Solide de base



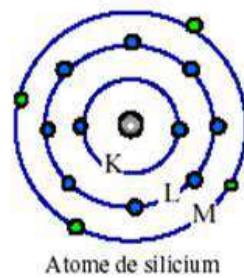
Epitaxie (Cristallisation plan par plan)

Structure K, L, M :

K = 2

L = 8

M = 4



Sur le tableau, la couche de Valence correspond à la 4^{ème} colonne (on oublie celles du milieu).

Dopant **n** : Ajout d'un élément avec électrons négatif (un e- de plus)

Dopant **p** : Ajout d'un élément avec électrons positif (un e- en moins)



Pour le silicium :

- Azote, Phosphore, Arsenic = dopant n
- Bore, Aluminium, Galium = dopant p