

G

Il écris pleins de chiffres

$$E_f = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n)^{3/2} = \dots = 0.4 \text{meV}$$

$$n = \frac{\rho}{m} = \dots = 1.6 \text{E}22 / \text{cm}^3$$

$$T_F = 5 \text{K}$$

La structure de bande !

Jusqu'à maintenant on a traité les électrons comme un gaz de particules libres, on a jamais vraiment considéré les effet de leur environnement. On va maintenant s'intéresser au fait qu'il sont dans un réseau periodique.

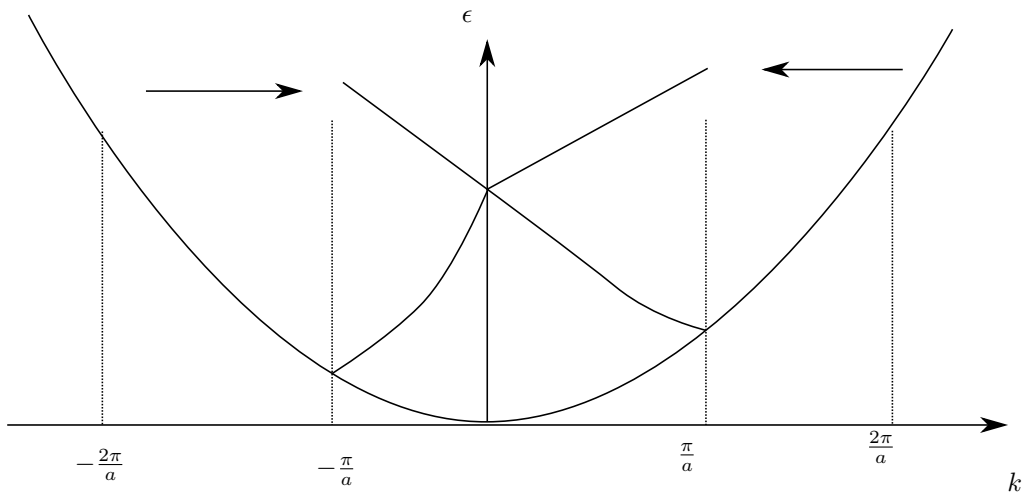


FIGURE 1 – relation de dispersion

On a levé de dégénérescence!!!????

$$\Psi_k^a = e^{i\mathbf{k} \cdot \mathbf{r}} u_k^\alpha(\mathbf{r}) \quad u_k^\alpha(\mathbf{r}) = u_k^\alpha(\mathbf{r} + \mathbf{R})$$

Le α sert à parler de la bande dans laquelle on se trouve.

On va s'intéresser à l'effet de la périodicité sur le Hamiltonien du système

$$H = \underbrace{H_0}_{\frac{p^2}{2m}} + V$$

La solution à l'hamiltonien non perturbé est :

$$H_0 |k\rangle = \epsilon_k^0 |k\rangle \quad \epsilon_k^0 = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$$

$\langle k | V | k \rangle$ n'est pas important apparemment

Puisque le potentiel est périodique, il admet une décomposition de Fourier et donc :

$$\langle k' | V | k \rangle = \begin{cases} 0 & \mathbf{k}' - \mathbf{k} \neq \mathbf{G} \\ V_{\mathbf{G}} & \mathbf{k}' - \mathbf{k} = \mathbf{G} \end{cases}$$

$$\Psi_k = \sum_{\mathbf{G}} A_{\mathbf{G}+\mathbf{k}} e^{i(\mathbf{k}+\mathbf{G})\cdot\mathbf{r}} = e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}} \left(\sum_{\mathbf{G}} A_{\mathbf{G}+\mathbf{k}} e^{i\mathbf{G}\cdot\mathbf{r}} \right)$$

Il y a deux conséquences au théorème de Bloch :

- Tout les excitations peuvent être décrites dans la première zone de Brillouin
- ?????

Correction de l'énergie

$$\epsilon_k = \epsilon_k^0 + \underbrace{\langle k | V | k \rangle}_{\text{même } V_0 \forall k} + \sum_{k \neq k'} \frac{|\langle k' | V | k \rangle|^2}{\epsilon_k^0 - \epsilon_{k'}^0}$$

Il y a une dégénérescence due au fait que la relation de dispersion est symétrique : $\pm k$ donne la même énergie. On doit donc utiliser la théorie des perturbations dégénérée.

$$|\Psi\rangle = \phi_k |k\rangle + \phi_{k+G} |k+G\rangle$$

$$\sum_m H_{nm} \phi_m = E \phi_n$$

$$\langle k | H | k \rangle = E_k^0 + V_0$$

$$\langle k+G | H | k+G \rangle = E_{k+G}^0 + V_0$$

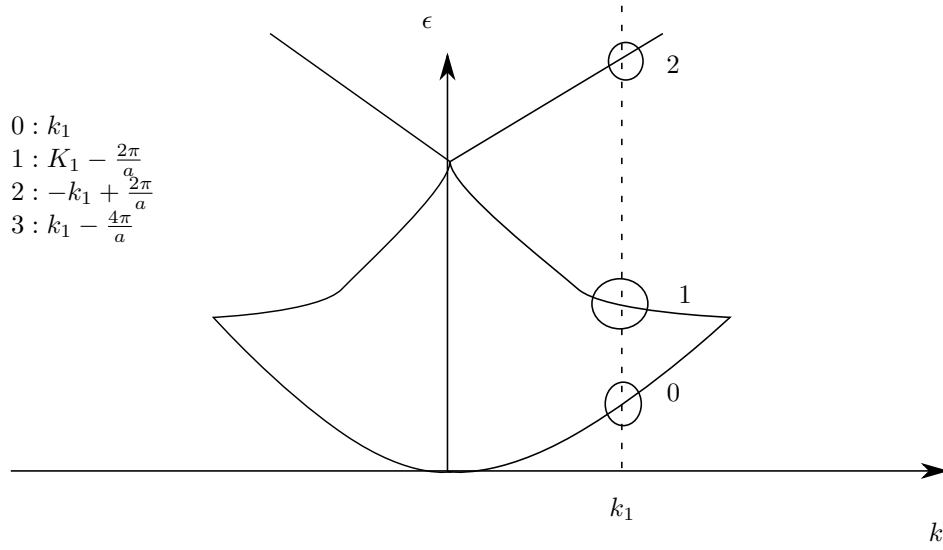


FIGURE 2 – Zonne de brillouin repliée

$$\langle k + G | H | k \rangle = V_{\mathbf{G}}$$

$$\langle k | H | k + G \rangle = V_{-\mathbf{G}} = V_{\mathbf{G}}^*$$

La représentation matricielle est alors

$$\begin{pmatrix} E_k^0 + V_0 & V_{\mathbf{G}}^* \\ V_{\mathbf{G}} & E_{k+G}^0 + V_0 \end{pmatrix}$$

Ses valeurs propres sont

$$E_{\pm} = E_k + V_0 \pm |V_{\mathbf{G}}|$$