

T.D. Physique du Solide Master 1

T.D. # 5

Electrons liés dans un réseau plan

a- Construire les trois premières zones de Brillouin du réseau carré (de côté a). Déterminer l'énergie de Fermi du gaz d'électrons supposés libres pour $Z=2$. Tracer le disque de Fermi correspondant sur le schéma des zones de Brillouin. Quel est le réseau réciproque associé à une structure (3D) cubique faces centrée. Tracez la première zone de Brillouin correspondante.

b- Dans le cas du réseau carré, tracer les relations de dispersion dans les directions ΓX , ΓM et XM (où X et M sont les nœuds du réseau réciproque de coordonnées $(\pi/a, 0)$ et $(\pi/a, \pi/a)$ respectivement). En restant dans l'hypothèse d'une interaction électron - réseau faible, retracer ces courbes de dispersion ainsi que la densité d'état du gaz d'électrons bidimensionnel. Montrer qu'il peut exister deux cas distincts conduisant un à un état isolant et l'autre à un état métallique.

c- On se place désormais dans l'approximation des liaisons fortes pour laquelle l'énergie des électrons de valence obéit à la relation :
$$E = -\alpha - \gamma \sum_i e^{-i\vec{k}\vec{d}_i}$$

où α et γ sont deux constantes positives et d_i relie l'atome situé au centre à ces premiers voisins. Tracer les nouvelles relations de dispersion sur le diagramme précédent pour $\gamma = \alpha/2 = E_X/8$ (où E_X est l'énergie des électrons libres au point X). Donner l'équation des courbes d'isoénergie et préciser leur forme autour des points Γ et M . Représenter ces courbes à l'intérieur de la première zone de Brillouin ainsi que les lignes correspondant à $E = -\alpha$. Combien d'états sont compris dans la surface délimitée par les lignes $E = -\alpha$, en déduire la forme de la surface de Fermi pour un gaz monovalent. Comment serait cette surface pour des électrons libres.