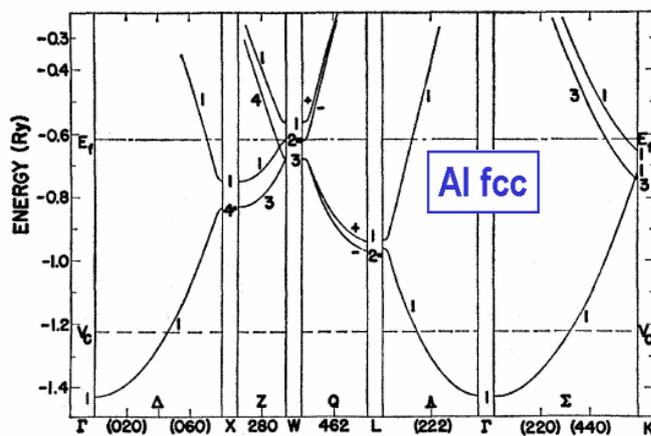


TD 7 – Masse effective et conductivité électrique

1. On souhaite modéliser la conductivité électrique de l'aluminium dans le cadre du modèle de Drude. On rappelle que l'aluminium est trivalent et que sa structure cristalline est cubique à faces centrées (fcc) avec $a = 4.05 \text{ \AA}$.

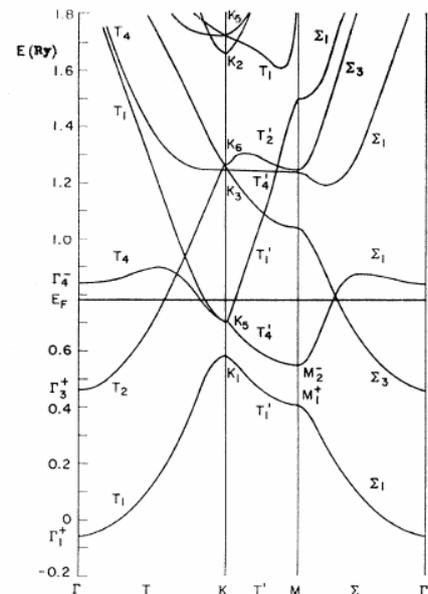
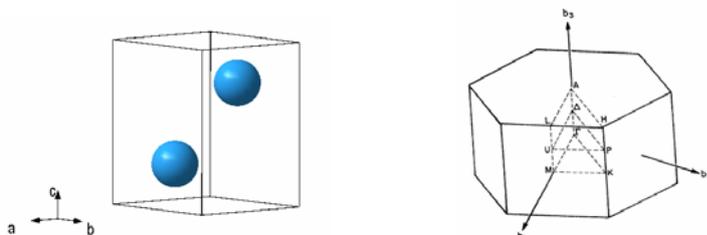
1a. Estimer la masse effective des électrons à l'aide de la structure de bandes ci-dessous. Commenter le résultat obtenu.

1b. Sachant que la résistivité électrique de l'aluminium est $\rho = 2.5 \mu\Omega \text{ cm}$ à $T = 0^\circ \text{C}$, estimer le temps moyen de collision des électrons et leur libre parcours moyen à cette température.



2. On étudie la conductivité électrique du berillium, dont la structure cristalline est hexagonale compacte (hcp) avec $a = 2.29 \text{ \AA}$ et $c = 3.58 \text{ \AA}$ (voire figure ci-dessous).

2a. En considérant la structure de bandes ci-contre, peut-on conclure si le modèle de Drude est adapté pour décrire la conductivité ? Quelles sont les bandes qui contribueront principalement à la conductivité ?



2b. Estimer le temps moyen de collision des électrons et leur libre parcours moyen à $T = 500\text{ °C}$ à partir de la courbe de résistivité ci-dessous.

2c. Comment peut-on expliquer la modeste anisotropie de la résistivité électrique dans le plan et selon l'axe c ?

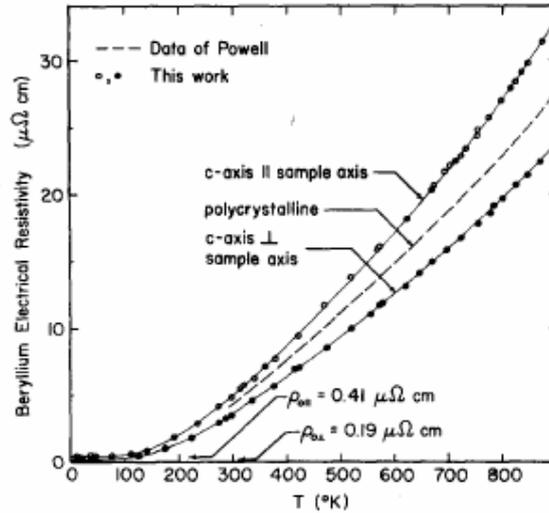
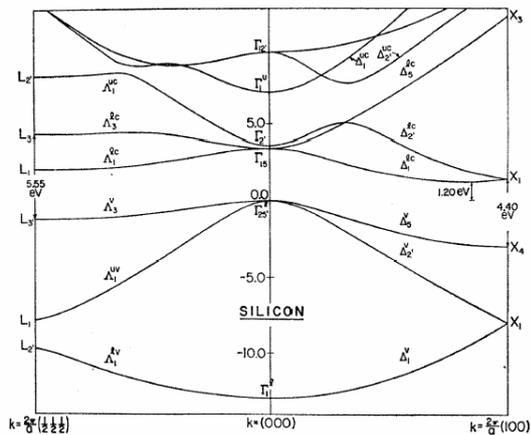
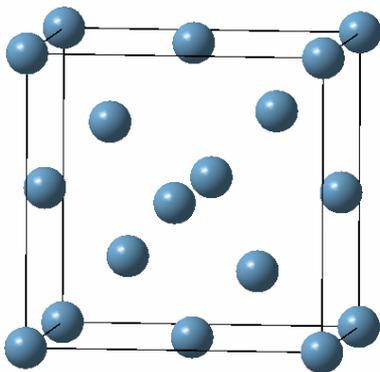


FIG. 1. Total electrical resistivity of two single crystals of beryllium.

3. On considère la structure cristalline et la structure de bandes du silicium (voir figures ci-dessous). On rappelle que le réseau de Bravais est cubique fcc avec $a=5.43\text{Å}$.



3a. Sauriez-vous conclure si le modèle des électrons quasi-libres ou bien le modèle des liaisons fortes est mieux adapté pour décrire cette structure de bandes ?

3b. Discuter l'origine des différentes dispersions pour les premières trois bandes.

3c. Estimer la masse effective pour ces trois bandes à l'aide de la structure de bandes et faites une prévision concernant les différentes contributions à la conductivité électrique de ces bandes.