

四訂水谷研究室物理数学基礎知識例題

(第5回；固体物理学)

1. Si, Geの結晶の構造はダイヤモンド構造 (O_h) である。GaAsの結晶の構造は閃亜鉛鉱型構造 (Td) である。GaAsの結晶構造を漫画で書け。rutileおよびanatase型 TiO_2 の構造は D_{4h} である。

2. 結晶の基本並進ベクトルが $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$ であるときその逆格子ベクトルを書け。(キッテル2章)

3. X線回折のブラッグの条件は

$$2d \sin \theta = n \lambda$$

である。

4. 一次元のブリリアンゾーンのバンドの端は格子間隔を d として、 $k = \pm \frac{\pi}{d}$ である。

5. 単位セルに原子が2つあるような結晶構造中のフォノンの分散関係を書け。LO, LA, TO, TAフォノンとはどういうフォノンか？

6. 次の素励起の定義を述べよ。

プラズモン、ポラリトン、ポーラロン、マグノン、励起子、フォノン

7. 3次元の電子ガス (密度 n) のフェルミエネルギーは

$$\epsilon_F = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n)^{\frac{2}{3}}$$

である。

8. 絶縁体、金属、半金属、半導体のバンド構造を書け。

9. Siは間接遷移型の半導体でそのバンドギャップエネルギーは1.17eVである。Geも間接遷移型の半導体でそのバンドギャップエネルギーは0.744eVである。GaAsは直接遷移型の半導体でそのバンドギャップエネルギーは1.52eVである。間接遷移、直接遷移の違いを述べよ。

10. 超伝導はBCS理論によって記述される。超伝導がおこる理由を簡単にのべよ。

11. へき開面

Si(111)

GaAs(110)

NaCl(100)

12. X線Laue写真とDebye-Sherraカメラについてその違いがわかるように説明せよ。

13. 点群とはなにか？空間群とはなにか？