

Úvod do fyziky pevných látek NFPL502, Čtvrtek 10:40 F2 Příklady: Cvičení 5

1. Metoda těsné vazby pro p-pásky ve čtvercové mřížce: Uvažujme o dvourozměrné čtvercové mřížce s jednoatomovou bází. Najděte disperzní relace pásů odvozených z dvakrát degenerovaných p-orbitalů p_x a p_y . Vlnové funkce těchto orbitalů mají tvar

$$\Psi_{p_x}(x, y) = x\phi(\sqrt{x^2 + y^2}), \quad \Psi_{p_y}(x, y) = y\phi(\sqrt{x^2 + y^2}).$$

Při výpočtu se omezte pouze na maticové elementy mezi nejbližšími sousedy a matici překryvových integrálů aproximujte jednotkovou maticí. Pásové schéma zobrazte podél lomené čáry $M - \Gamma - X$.

2. Elektronů v okolí minima pásu: Pro elektrony v okolí minima pásu platí

$$E(k) = E(k_0) + \frac{\hbar^2}{2}(k - k_0)^T M^{-1}(k - k_0), \quad M = \begin{pmatrix} m_T^{-1} & 0 & 0 \\ 0 & m_T^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & m_L^{-1} \end{pmatrix}.$$

kde m_T a m_L jsou transversální a longitudinální efektivní hmotnosti. Vypočtěte hustotu stavů, elektronovou tepelnou kapacitu a cyklotronovou frekvenci, leží-li vektor homogenního magnetického pole ve směru x .

3. Oscilace v homogenním elektrostatickém poli: Elektrony ve vodivostním pásu odvozeném od s-orbitalů mají podle metody LCAO dispersní relaci (prostá kubická mřížka)

$$E(k) = E_s - 2\gamma [\cos(k_x a) + \cos(k_y a) + \cos(k_z a)].$$

Najděte časový průběh rychlosti a polohy elektronu v homogenním elektrickém poli $\mathbf{E} = (E_x, 0, 0)$, je-li toto pole zapnuto v čase $t = 0$, kdy se elektron nachází ve stavu s $\mathbf{k} = (0, 0, 0)$. Jaký je příspěvek elektronu do elektrické vodivosti materiálu?