

Inlämning senast fredag 24.3 kl. 16:00.

1. Arbetsfunktionen för en metall är minimienergin som krävs för att ta bort en elektron från metallytan, och är typiskt ca. 3 eV. Uppskatta på basen av detta vågfunktionens räckvidd utanför en metallyta för elektroner vid Fermiytan.
2. Betrakta en tvådimensionell, kall Fermigas; (a) beräkna förhållandet mellan elektrontätheten n och k_F , (b) beräkna tillståndstätheten $g(\varepsilon)$.
3. Uppskatta Fermi-energin för neutroner i en neutronstjärna som har en radie på 10 km, men samma massa som solen, $M = 2 \times 10^{30}$ kg. Beräkna också vilken Fermi-energin skulle vara, om det skulle finnas samma antal fria elektroner i stjärnan. Vad är innebörden av detta, då energin som frigörs i reaktionen $n \rightarrow p + e$ är 0.8 MeV?
4. Bevisa att de följande två ekvationerna i Blochs teorem är ekvivalenta:

$$\begin{aligned}\psi(\mathbf{r}) &= e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{r}}u(\mathbf{r}), & u(\mathbf{r} + \mathbf{R}) &= u(\mathbf{r}) \\ \psi(\mathbf{r} + \mathbf{R}) &= e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{R}}\psi(\mathbf{r}),\end{aligned}$$

där \mathbf{R} är en vektor i Bravaisgittret. (Kom ihåg att ekvivalens kräver både att $A \Rightarrow B$ och $B \Rightarrow A$).

5. Visa att $\phi_1(x) = \sin(kx)$ och $\phi_2(x) = \cos(kx)$ är de enda ortogonala linjärkombinationerna av e^{ikx} och e^{-ikx} som uppfyller

$$\int dx \phi_1^*(x)V(x)\phi_2(x) = 0 \quad (1)$$

för *alla* värden på k , där $V(x)$ är den periodiska potentialen

$$V(x) = - \sum_{n=1}^{\infty} V_n \cos\left(\frac{2\pi nx}{a}\right). \quad (2)$$

6. Betrakta dispersionsrelationen för en endimensionell kristall som illustreras av de svarta kurvorna i bilden nedan. Rita samma relation i upprepade och reducerade zoners schema.

Vad är fel med denna dispersionsrelation?

