

spring2023A

דורון שפיגל

13.04.24

שאלה: 1

שאלה 1.

נתון חומר תלת מימדי עם יחס נפיצה הדומה לגרפן: $E = \hbar V_f \sqrt{k_x^2 + k_y^2 + k_z^2}$. הספין של האלקטרון בערך מוחלט הוא $\frac{3}{2}$. מספר המצבים ליחידת אנרגיה וליחידת נפח נפח הוא? מספר המצבים עד מספר גל k עבור מערכת באורך L הוא:

$$N(k) = 2 \cdot \frac{k}{\frac{\pi}{L}} \quad (1d)$$

מספר מצבים

$$N(k) = 2 \cdot \frac{\pi k^2}{4 \left(\frac{\pi^2}{L^2} \right)} \quad (2d)$$

$$N(k) = 2 \cdot \frac{\frac{1}{8} \cdot \frac{4\pi}{3} k^3}{\left(\frac{\pi}{L} \right)^3} \quad (3d)$$

נחלק את k :

$$E = \hbar V_f \sqrt{k_x^2 + k_y^2 + k_z^2} = \hbar V_f |\vec{k}|$$
$$|\vec{k}| = \frac{E}{\hbar V_f}$$

המערכת תלת מימדית לכן עקום האנרגיה הוא:

$$\sum(\epsilon) = \frac{4\pi}{3} k^3 = \frac{4\pi}{3} \frac{\epsilon^3}{(\hbar V_f)^3}$$
$$V_{system} = L^3$$
$$V_{single-state} = \left(\frac{\pi}{L} \right)^3$$

נוסחה לצפיפות מצבים:

$$g(\epsilon) = \frac{d}{d\epsilon} \left[\underbrace{\#degenerate \cdot \sum(\epsilon) \cdot \frac{1}{V_{single-state}} \cdot \frac{2}{\#sub-lattice}}_{=n} \cdot \frac{1}{\sum_{spin} 2^{\{d:0,2,3\}}} \cdot \frac{1}{V_{system}} \right] \quad (1)$$

$$n = \frac{4\pi}{3} \frac{\epsilon^3}{(\hbar V_f)^3} \cdot \frac{1}{\frac{\pi^3}{L^3}} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{L^3}$$

$$\frac{4\pi}{3} \cdot \frac{1}{\frac{\pi^3}{L^3}} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{L^3} \cdot 2 = \frac{2}{3\pi^2} = \frac{\epsilon^3}{(\hbar V_f)^3} \frac{1}{4\pi^2}$$