

**1) Seguintes exercícios do livro Simon, The Oxford Solid State Basics.**

- (a) Capítulo 15. Exercícios 1, 2, 3 e 4;
(b) Capítulo 16. Exercícios 1 e 2 (item (a) apenas);

2) Dispersão para um modelo tight-binding em uma rede de Bravais

Considere um modelo tight-binding em uma rede de Bravais em d dimensões com apenas um sítio por célula unitária e hopping t apenas entre primeiros vizinhos. Mostre que a dispersão para esse modelo é

$$E(\mathbf{k}) = E_0 - t \sum_{\delta} e^{i\mathbf{k}\cdot\delta},$$

onde δ conecta um dado sítio a seus z primeiros vizinhos. Calcule explicitamente essa dispersão para as redes triangular, cúbica e FCC e discuta se a simetria partícula buraco está presente em cada um desses exemplos.

3) Hamiltoniana para o grafeno no ponto K'

Expand a Hamiltoniana tight-binding para o grafeno nas vizinhanças do ponto K' e mostre que ela possui a seguinte forma

$$\mathcal{H}_{K'} \simeq \frac{3}{2}at \begin{pmatrix} 0 & -q_x - iq_y \\ -q_x + iq_y & 0 \end{pmatrix} = \hbar v_F [-\tau^x q_x + \tau^y q_y] = -\hbar v_F \boldsymbol{\tau}^* \cdot \mathbf{q}.$$

Discuta cuidadosamente sua escolha de base e por qual razão a fase global que pode ser ignorada. Faça um esboço das bandas resultantes e analise esse resultado.

4) Grafeno na presença de um potencial local alternado

Calcule a dispersão tight-binding para o grafeno, com hopping ainda apenas entre primeiros vizinhos, considerando que a energia dos sítios na sub-rede A seja dada por $E_A = \varepsilon$ e que a energia dos sítios na sub-rede B seja $E_B = -\varepsilon$, com $\varepsilon > 0$. Como fica a dispersão ao redor dos pontos de Dirac para esse modelo? Explique por qual motivo podemos pensar no limite $\varepsilon \gg t$ como o limite atômico e discuta como o sistema se comporta nesse caso.