

固体理论, Homework 02

王石嵘 20110220098

March 23, 2021

1 教材 3.1

Solution:

(a)

$$H^{\text{TB}} = \sum_{\mathbf{k}} \left(E_0 - t \sum_{\delta} e^{i\mathbf{k} \cdot \delta} \right) |\mathbf{k}\rangle \langle \mathbf{k}| \quad (1.1)$$

$$\begin{aligned} E(\mathbf{k}) &= E_0 - t \sum_{\delta} e^{i\mathbf{k} \cdot \delta} \\ &= E_0 - t \left(e^{i\frac{a}{2}(k_x + \sqrt{3}k_y)} + e^{i\frac{a}{2}(k_x - \sqrt{3}k_y)} + e^{i\frac{a}{2}(-k_x)} \right) \\ &= \end{aligned} \quad (1.2)$$

2 求和规则

证明教材中 (7.98) 式的求和规则。

3 教材习题 9.1

可以只做维度 $d=2$ 的情形。提示：这里假设未屏蔽的电场势为（三维）库伦势，意思是尽管电荷分布为 2 维的 $n(\vec{r})$ 是一个二维位置矢量 \vec{r} 的函数，它与产生的电势之间的关系仍满足三维的库伦定律：

$$\delta V(\vec{r}) = \int d^2r' \delta n(\vec{r}') \frac{-e}{|\vec{r} - \vec{r}'|} \quad (3.1)$$

对上式做 Fourier 变换，可以得到动量空间的关系

$$\delta V(\vec{k}) = \frac{2\pi}{k} \delta n(\vec{k}) \quad (3.2)$$

注： $d=1$ 的情形要微妙一些，因为上述 Fourier 变换会发散。对于实际的准一维体系，需要引入一个截断长度，这个截断长度是体系在垂直一维方向的实际尺寸。