Длина свободного пробега

Anikin Evgeny, 121

21 апреля 2016 г.

В этом листке я ищу длину свободного пробега частиц в одномерной цепочке с хаотически расположенными примесями. Гамильтониан невозмущенной цепочки —

$$\hat{H} = \sum_n E a_n^\dagger a_n + C a_{n+1}^\dagger a + C a_{n-1}^\dagger a \tag{1}$$

1 Полевой подход

Пусть к камильтониану (1) добавлен случайный потенциал $\hat{U} = \sum_k U(k) a_k^\dagger a_k$, причём $\langle U(k)U(l)\rangle = \epsilon^2 \delta_{kl}$. Тогда несложно показать, что в самом низком порядке

2 "Общефизический" подход

Рассмотрим сначала рассеяние плоской волны с квазиимпульсом k на одиночной примеси, которой соответствует возмущение $\Delta E a_0^\dagger a_0$. Коэффициент отражения, как нетрудно показать, равен

$$R(p) = \frac{\Delta E^2}{\Delta E^2 + 4t^2 \sin^2 k} \tag{2}$$

Пусть концентрация примесей — n. Тогда длина свободного пробега — $\lambda^{-1} = R(p)n$. Вместо концентрации примесей и величины ΔE удобно ввести средний квадрат хаотического потенциала:

$$\epsilon^2 = \langle \Delta E^2 \rangle \approx n \Delta E^2 \tag{3}$$

Групповая скорость электронов — $v = -2t \sin k$. Получается формула

$$\lambda = \frac{\Delta E^2 + v^2}{\epsilon^2} \approx \left(\frac{v}{\epsilon}\right)^2 \tag{4}$$