

Чтобы определить проводимость и ее зависимость от температуры и других параметров, необходимо теперь рассмотреть скорость перехода $\Gamma_{ij} - \Gamma_{ji}$ в электрическом поле. В этом случае следует добавить фактор $-eER_{ij}$ к разности энергий между состояниями $IV = E_j - E_i$. В то же время необходимо принять во внимание тот факт, что вероятность заполнения локализованных состояний меняется. Это делается заменой энергии Ферми E_F (значение химического потенциала в равновесном состоянии) зависящим от пространственных координат электрохимическим потенциалом $\mu_i = E_F + \delta\mu_i$:

$$f_i^{-1} = 1 + \exp[(E_i - E_F - \delta\mu_i)/k_B T]. \quad (3.14)$$

Вклад, который дают переходы между двумя состояниями i и j в электрический ток, пропорционален разности $\Gamma_{ij} - \Gamma_{ji}$. Если положить

$$w_{ij}(E) = w_{ij}^0 + \delta w_{ij}, \quad f_i = f_i^0 + \delta f_i \quad (3.15)$$

то следует, что

$$\Gamma_{ij} - \Gamma_{ji} = \Gamma_{ij}^0 \left[\frac{\delta f_i}{f_i^0 (1 - f_i^0)} - \frac{\delta f_j}{f_j^0 (1 - f_j^0)} + \frac{\delta w_{ij}}{w_{ij}^0} - \frac{\delta w_{ji}}{w_{ji}^0} \right] \quad (3.16)$$

с Γ_{ij}^0 из (3.13). Для слабых полей и небольших отклонений химического потенциала от его значения в равновесном состоянии можно разложить экспоненту в ряд и получить

$$\Gamma_{ij} - \Gamma_{ji} = \frac{\Gamma_{ij}^0}{k_B T} (eER_{ij} + \delta\mu_i - \delta\mu_j). \quad (3.17)$$

Величина в круглых скобках в правой части равенства (3.17) есть полная разность потенциалов между точками R_i и R_j .

§ 33. Перескоки фиксированной и переменной длины

Для оценки температурной зависимости прыжковой проводимости рассмотрим модель, типа изображенной на рис. 44. Предположим, что энергии статистически распределенных локализованных состояний распределены по *конечному* энергетическому интервалу. Таким образом, нас интересует примесная зона, которая уширена за счет флуктуаций потенциала компенсированных примесей. Процессы перескока между смежными состояниями требуют большей энергии, чем между более отдаленными состояниями. Мы хотим выяснить наиболее вероятную длину прыжка $\bar{R}$ и соответствующую разность энергий W . Используем их в выражениях (3.17) и (3.13), чтобы определить температурную зависимость отдельного прыжка, и положим ее равной температурной зависимости самой прыжковой проводимости.