

И. К. К о х а н е н к о, Т. И. Л а в р у х и н а (Ростов-на-Дону, РВИ РВ; Москва, АГПСМЧС РФ). **Фрактальное описание основных термодинамических величин твердых тел.**

Выражения для свободной F и внутренней E энергий, теплоемкости C и энтропии в предельных случаях низких и высоких температур T (либо много меньше, либо много больше температуры Дебая Q) так же, как и их описание интерполяционной формулой Дебая стали классическими [1]. В [2] эти результаты развиты применительно к теории Дебая для модельных фрактальных структур с размерностью спектра d_k как целой, так и дробной. Здесь показано, что пространство «внутренняя энергия–температура» и в дебаевской, и в классической формализации имеет фрактальную размерность, верную также при переходе к наномасштабу и равную

$$d_1 = d_k + 1. \quad (1)$$

Действительно, $C = d(E - E_0)/dT$, E_0 — энергия взаимодействия всех атомов тела в положении равновесия, $CT/E_1 = (dE_1/E_1)/(dT/T) = d_1$, $E_1 = E - E_0$. Например, если $d_k = 3$ и $T \ll Q$, то $d_1 = 4$, а если $T \gg Q$ и $d_k = 0,001$, то $d_1 = 1,001$. Фрактальная связь «внутренняя энергия–температура» имеет вид $E_1 = (T_0/T)^{d_1}$, $T_0 = (5Q^{d_1-1}/(3A\pi^{d_1}))^{1/d_1}$, A — постоянная, зависящая от числа атомов.

В случае фрактального фононного спектра у нанобъекта, когда внутренняя энергия и теплоемкость зависят от минимальной частоты спектра, которой соответствует характерная температура Q_N , и максимальной частоты спектра, которой соответствует температура Q_H , можно показать, что

$$d_1(d_k) := \frac{D_2(d_k)}{D_1(d_k)}, \quad D_1(d_k) := \int_{xmi}^{xma} \frac{x^{d_k}}{e^x - 1} dx, \quad D_2(d_k) := \int_{xmi}^{xma} \frac{e^x x^{d_k+1}}{(e^x - 1)^2} dx.$$

Здесь $xmi = Q_N/T$, $xma = Q_H/T$. В этом случае вместо (1) справедливо выражение $d_1 = xmi + 1$. При $xmi = 0$ в наномасштабе справедливо соотношение (1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. М.: Наука, 1964.
2. Кузнецов В. М., Хромов В. И. Фрактальное представление теории Дебая для исследования теплоемкости макро- и наноструктур. — Журнал технической физики, 2008, т. 78, в. 11.