Calori specifici nei solidi

A. Einstein, Ann. der Phys. 22 (1907) 180–190

P. Debye, Ann. der Phys. 22 (1912) 789–839

onde longitudinali con velocità c_l

onde trasversali con velocità c_t e 2 polarizzzioni

$$Z(\nu)\, d\nu = 4\pi V \left(\frac{1}{c_l^3} + \frac{2}{c_t^3} \right) \nu^2 \, d\nu$$

con la condizione $\int_0^{\nu_D} Z(\nu)\, d\nu = 3N$

$$\Rightarrow \quad \nu_D^3 = \frac{9N}{4\pi V} \left(\frac{1}{c_l^3} + \frac{2}{c_t^3} \right)^{-1}, \qquad \nu_D = \text{frequenza di Debye}$$

$$\Rightarrow \quad U = \int_0^{\nu_D} U(\nu)\, d\nu = 3NkT\, D\left(\frac{\Theta}{T}\right)$$

$$D\left(\frac{\Theta}{T}\right) = \frac{3}{x_D^3} \int_0^{x_D} dx \frac{x^3}{e^x - 1}$$

dove $x_D = \frac{h\nu_D}{kT} = \frac{\Theta}{T}$, Θ = temperatura di Debye

calore molare: $C_V = V \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V = 3R \left\{ 4D\left(\frac{\Theta}{T}\right) - \frac{3\Theta/T}{e^{\Theta/T} - 1} \right\}$

- per $T \gg \Theta$, $\quad x_D \to 0$, $\quad D\left(\frac{\Theta}{T}\right) \to 1$, $\quad C_V \to 3R$
- per $T \ll \Theta$, $\quad x_D \to \infty$, $\quad C_V \sim T^3$