

Aufgabe 11.1

a) Die spezifische Wärmekapazität des Elektronengases bei konstantem Volumen c_V ist gegeben durch:

$$c_{V,el} = \gamma T, \quad (1)$$

wobei γ die Sommerfeld Konstante ist mit:

$$\gamma = \frac{\pi^2}{3} k_B^2 D(E_F), \quad D(E_F) = \frac{3}{2} \frac{n}{E_F}, \quad (2)$$

mit den Werten $E_F^{\text{Cu}} = 7.00 \text{ eV}$, $n^{\text{Cu}} = 8.47 \cdot 10^{22} \frac{1}{\text{cm}^3}$. Eingesetzt ergibt sich:

$$c_{V,el}^{\text{Cu}} = 21\,312 \frac{\text{J}}{\text{K m}^3} \quad (3)$$

b) Für die Phononen gilt (mit der Debyetemperatur ϑ):

$$c_{V,ph} = \frac{12\pi^4 k_B n}{5} \left(\frac{T}{\vartheta} \right)^3 = 1.82 \cdot 10^8 \frac{\text{J}}{\text{K m}^3} \quad (4)$$

c) Die gesuchte Temperatur ergibt sich durch Gleichsetzen von (1) und (4). Es folgt daraus:

$$T = \sqrt{\frac{5\vartheta^3 k_B}{24\pi^2 E_F}} = 3.25 \text{ K} \quad (5)$$

d) Die theoretische Sommerfeld Konstante beträgt:

$$\gamma = \frac{\pi^2 k_B^2 n}{2E_F} = 71.04 \frac{\text{J}}{\text{K m}^3} \quad (6)$$

Abweichungen ergeben sich aufgrund der Betrachtung als Fermigas, welche nur näherungsweise gerechtfertigt ist. Dabei werden Elektron-Elektron und Elektron-Gitter Wechselwirkungen vernachlässigt.

Durch einföhrung einer effektiven Masse erhält man:

$$m_f \approx 1.25 \cdot 10^{-30} \text{ kg} \quad (7)$$