Doch noch einmal Phononen...

Aufgabe 24: Temperaturabhängigkeit der Wärmekapazität C_V

a) Erläutern Sie an Hand einer qualitativen Skizze die experimentellen Befunde für die Abhängigkeit der spezifischen Wärme C_V von der Temperatur T für dreidimensionale Festkörper!

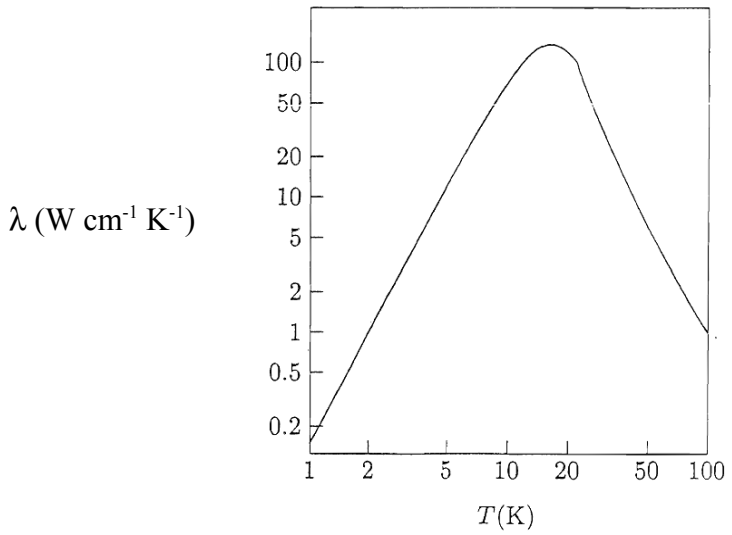
b) Diskutieren Sie die Modellierung der Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme nach Einstein und Debye und gehen Sie auf die Grenzfälle sehr tiefer und sehr hoher Temperaturen ein!

Aufgabe 25: Streuprozesse

In einem sc-Gitter mit a = 0,2 nm wechselwirken 2 Phononen, von denen jedes einen Wellenzahlvektorbetrag von $1{,}3 \cdot 10^8$ cm^{-1} hat. Eines bewegt sich in [100]-Richtung, das andere in [110]-Richtung. Bei der Wechselwirkung verschwinden die ursprünglichen Phononen und es entsteht ein neues Phonon. Geben Sie den Wellenzahlvektor dieses Phonons an. Um welche Art von Streuprozess handelt es sich?

Aufgabe 26: Wärmeleitung in LiF

Diskutieren Sie qualitativ die physikalischen Ursachen der Temperaturabhängigkeit des phononischen Anteils der spezifischen Wärmeleitfähigkeit am Beispiel von LiF (s. Abb.).



Aufgabe 24: Drude-Modell

Drude wandte die äußerst erfolgreiche kinetische Gastheorie von Maxwell auf die Leitungselektronen eines Metalls an. Der größte Fehlschlag des Drude-Models war jedoch die Vorhersage eines viel zu großen Beitrages zur spezifischen Wärme, die aus der Annahme der Maxwell-Boltzmann-Verteilung für die Geschwindigkeit der Elektronen folgte. Welcher Geschwindigkeits-Verteilung gehorchen die Leitungselektronen in einem Metall in der Näherung des freien Elektronengases nach den Gesetzen der Quantenmechanik? Schätzen Sie am Beispiel von Kupfer (ein Leitungselektron je Atom, $n_e = 8{,}4 \times 10^{22}$ cm^{-3}) die Temperatur ab, ab der man erwarten kann, dass ein Elektronengas klassischen Bewegungsgleichungen gehorcht!