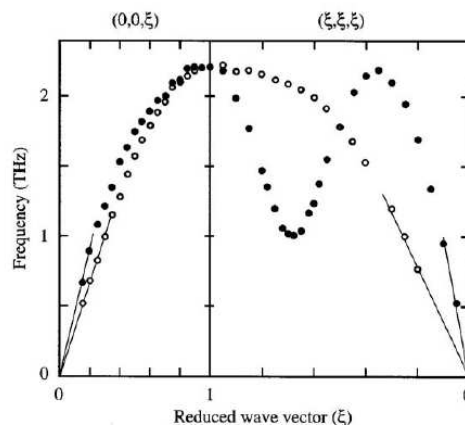


## 7. Übung

Aufgabe 25. (10 Punkte) **Energieauflösende Neutronenspektroskopie** Ein klassisches Instrument für die inelastische Neutronenspektroskopie ist das Dreiachsen-Spektrometer, das aus drei unabhängig von einander einstellbaren Rotationsachsen für den Monochromatorkristall, die Probe und den Analysatorkristall besteht (siehe Vorlesung).

a) Es sollen Phononendispersionskurven von Kalium bei einer festen Energie der gestreuten Neutronen von 14.5 meV gemessen werden. Geben Sie die Energie des auf die Probe einfallenden Strahles an, wenn die longitudinal-akustische Mode bei  $\mathbf{Q}=(0,0,0.5)$  gemessen wird! Hinweis: Verwenden Sie die umseitig angegebene Phononendispersionskurve. Nehmen Sie an, dass beim Streuprozess ein Phonon erzeugt wird.

b) Das Auflösungsvermögen von Analysator- und Monochromatorkristall betrage  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}=3\cdot 10^{-5}$ . Schätzen Sie damit die Energieauflösung des Spektrometers ab!



Aufgabe 26. (7 Punkte) **Besetzung von Zuständen** Für viele Festkörper ist  $\omega = 6 \cdot 10^8$  Hz eine niedrige Kreisfrequenz und  $\omega = 6 \cdot 10^{13}$  Hz eine hohe Kreisfrequenz in einem akustischen Zweig. Man bestimme für einen Schwingungszustand mit jeder dieser Kreisfrequenzen:

- die Temperatur, bei der der Zustand ein Phonon besitzt
- den relativen Anstieg der Temperatur  $\frac{\Delta T}{T}$ , der nötig ist, um die Anzahl der Phononen von 1 auf 2 zu verdoppeln
- die Zahl der Phononen und die Energie des Schwingungszustandes bei 50 K und bei 300 K.

Aufgabe 27. (10 Punkte) **Mittlere Schallgeschwindigkeit aus dem Debye-Modell**

Man verwende für die hier angegebenen Festkörper die Debye-Temperatur, um die mittlere Schallgeschwindigkeit abzuschätzen: Kalium (bcc,  $a=0.5225$  nm,  $T_D=89$  K), Magnesium (hcp,  $a=0.321$  nm,  $c=0.521$  nm,  $T_D=450$  K), Germanium (Diamantstruktur,  $a=0.5658$  nm,  $T_D=363$  K).

Aufgabe 28. (8 Punkte) **Wärmekapazität von Graphit** Messungen an Graphit ergeben, dass für kleine Temperaturen die Wärmekapazität mit  $T^2$  variiert und nicht mit  $T^3$ , wie man es aufgrund der Debye-Theorie für einen dreidimensionalen Kristall erwartet. Wodurch ist dies begründet?