

Fasta tillståndets fysisk VT 2015, RÖ 5

Sista inlämning 16.3. kl. 16:00.

Uppgift 1

Anta att transversella ljudvågor i kubiska material kan behandlas bara med den elastiska konstanten C_{44} , och longitudinella konstanten C_{11} . Förutspå med hjälp av detta hastigheten för longitudinella och transversella ljudvågor vid rumstemperatur i följande material: Al, Ni, Cu, W, Au och Pb. Jämför med litteraturvärden.

Uppgift 2

Härled dispersionsrelationen för gittervibrationer i en endimensionell kedja av massor M , då avståndet mellan massorna är a och de växelverkar med sina närmaste grannar med en fjäderkonstant K och de näst-närmaste grannarna med konstanten K_2 . Skissa upp funktionen $\omega(k)$ i fallet $K_2 = K/2$.

Uppgift 3

För kedjan i förra uppgiften, och med hjälp av uppgiftens resultat:

1. Visa att dispersionsrelationen reduceras till den för ljudvågor i långa våglängders gräns, och att hastigheten för vågorna motsvarar den som skulle fås från den elastiska modulen i kristallen.
2. Visa att grupphastigheten försvinner vid $k = \pm\pi/a$
3. Visa att ω är periodisk i k med en period på $2\pi/a$.

Uppgift 4

Förklara varför resultaten i uppgift 3 kan förväntas stämma om antalet växelverkningar K , K_2 osv. i den endimensionella kedjan i uppgift 2 utökas mot oändlighet. Vad skulle hända ifall $K_n = 0$ för alla n utom $n = 2$?

Uppgift 5

Nollpunktsenergin är en rent kvantmekanisk kontribution till ett gitters totala energi. Om man alltså behandlar ett gitter i en rent klassisk modell, blir denna term helt borta ur behandlingen. En grov första uppskattning över när termen möjligen är av betydelse kan man få genom att jämföra Debye-modellens nollpunktsenergi med den termiska energin i gittret. För vilka av grundämnena Ar, Cs, Fe, Cu, Pb och C (DIA), skulle det vara skäl att oroa sig för nollpunktvibrationernas effekt vid rumstemperatur?

Uppgift 6

Beräkna Grüneisens parameter γ och bulkmodulen B för en Lennard-Jones kristall.