

Inlämning senast fredag 24.2 kl. 16:00.

1. Anta att transversella ljudvågor i kubiska material kan behandlas bara med den elastiska konstanten C_{44} , och longitudinella med konstanten C_{11} . Förutspå med hjälp av detta hastigheten för longitudinella och transversella ljudvågor i följande material: Cu, Ni, Al, W. Jämför med litteraturvärden.
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 $K_2 = K/2$.
3. För kedjan i förra uppgiften, och med hjälp av uppgiftens resultat:
 - (a) 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.
 - (b) Visa att grupp-hastigheten försvinner vid $k = \pm\pi/a$
 - (c) Visa att ω är periodisk i k med en period på $2\pi/a$.
4. Förklara varför resultaten i uppgift 3 kan förväntas stämma om antalet växelverkingar K , K_2 osv. i den endimensionella kedjan i uppgift 2 utökas mot oändligheten. Vad skulle hända ifall $K_n = 0$ för alla n utom $n = 2$?
5. Anta att en optisk gren i en fonondispersionskurva för ett material i närheten av $k = 0$ (i 3D) har formen $\omega(k) = \omega_0 - Bk^2$, där B är en konstant. Vad är tillståndstätheten $g(\omega)$? Vad händer då $\omega > \omega_0$?
6. Nollpunktsenergin är en rent kvantmekanisk kontribution till ett gitters totala energi, som alltså inte alls blir beaktad då ett gitter behandlas med en rent klassisk modell. En grov uppskattning över när termen kunde vara av betydelse fås genom att jämföra Debye-modellens nollpunktsenergi med den termiska energin för ett gitter. För vilka av grundämnena Ar, Cs, Fe, Cu, Pb och C (diamant) kunde det vara skäl att oroa sig för nollpunktsvibrationernas effekt vid rumstemperatur?