

1. Vastaa lyhyesti, mutta perustellen:
- Miten van der Waals -sidokset syntyvät? Miten se käyttäytyy etäisyyden funktiona? (2 p.)
 - Miksi ionikiteet esiintyvät erilaisina rakenteina (CsCl-, NaCl- ja ZnS-rakenteet)? (2 p.)
 - Luettele Bravais-hilan mahdolliset pistesymmetriaoperaatiot (4 kpl) (1 p.)
 - Mitä yhtäläisyyksiä ja mitä eroja on sinkkivälke- (zinc blende) ja wurtsiittirakenteilla? (1 p.)
2. Mitkä ovat Laue-ehto ja Braggin kaava säteilyn siroonalle (1 p.)
- Osoita, että Laue-ehdosta seuraa Braggin kaava (2 p.)
 - Miten siroonnan rakennetekijä määritellään ja mikä on sen merkitys? (1 p.)
 - Pintakeskistä kuutiollista (fcc) hilaa voidaan kuvata yksinkertaisen kuutiollisena (sc) hilana, jolla on neljän atomin kanta. Määritä sc-hilan käänteishilan vektoreita vastaavat rakennetekijät. Mikä on tuloksen tulkinta? (2 p.)
3. Debyen malli hilavärähtelyille:
- Näytä, että tilatiheys on kolmiulotteiselle isotrooppiselle elastiselle aineelle
- $$Z(\omega)d\omega = \frac{3V\omega^2}{2\pi^2c_0^3}d\omega = \frac{9rN\omega^2}{\omega_D^3}d\omega,$$
- missä c_0 on sopivalla tavalla laskettu keskiarvo poikittaisesta (c_T) ja pitkittäisestä (c_L) äänennopeudesta. Mitkä ovat muiden symbolien merkitykset? (2p)
- Johda ominaislämpökapasiteetille lauseke
- $$C_v(T) = 3\frac{Nrk_B}{V} \left(\frac{T}{\Theta_D}\right)^3 \int_0^{\Theta_D/T} \frac{x^4 e^x}{(e^x - 1)^2} dx,$$
- missä Θ_D on Debye-lämpötila. (2p)
- Miten $C_v(T)$ käyttäytyy erittäin korkeissa ja matalissa lämpötiloissa? (2p)
4. Miten eristeiden ja puolijohteiden lämmönjohtavuus riippuu lämpötilasta eri lämpötila-alueissa? Mitkä ovat lämmönjohtavuutta rajoittavat fysikaaliset ilmiöt tai tekijät näissä alueissa?