

1. Ionikiteiden yleisiä rakenteita ovat CsCl-, NaCl- ja ZnS-rakenteet.
 - (a) Määrittele nämä rakenteet (mm. kuvien avulla)! (1p)
 - (b) Selitä, miksi näitä erilaisia rakenteita esiintyy! (2p)
 - (c) Ajatellaan kationeita ja anioneita palloina, joiden säteet ovat r^+ ja r^- . Osoita, että CsCl-rakenteessa anionit alkavat peittää toisiaan, kun $r^+/r^- < \sqrt{3} - 1$ ja ZnS-rakenteessa, kun $r^+/r^- < (\sqrt{6} - 2)/2$. (3p)
2. (a) *fcc*-Bravais-hila voidaan esittää yksinkertaisena kuutiollisena hilana, jonka kannassa on neljä identtistä atomia ja jonka hilavakio on a . Oletetaan, että atominen sirontatekijä on $f = 1$. Näytä, että rakennetekijä S on joko 4 tai 0 jokaisessa käänteishilan pisteessä. Näytä, että jos ne pisteet, joille $S = 0$, poistetaan tästä käänteishilasta, tuloksena on *bcc*-käänteishila. (4p)
- (b) Missä kulmissa havaitaan Al-pulverinäytteestä (Al:n hilarakenne *fcc*, $a = 4.05 \text{ \AA}$) heijastuneen röntgensäteilyn kaksi ensimmäistä intensiteettimaksimia, kun röntgensäteilyn aallonpituus on 1.5 \AA ? (2p)
3. (a) Kirjoita yksidimensioisen lineaarisen hilan (ketjun) liikeyhtälö. Ketjussa on N kpl (suuri luku) atomeita, joiden välimatka on a , tasapainoon palauttava jousivakio on K , ja jokaisen atomin massa on m . Ratkaise liikeyhtälö käyttämällä yritettä $u_n(t) = u(k) \exp[i(kna - \omega t)]$. (2p)
- (b) Laske ketjun dispersiorelaatio $\omega(k)$. (2p)
- (c) Laske ketjun värähtelymoodien tilatiheys $g(\omega)$. (2p)
4. Miten eristeiden ja puolijohteiden lämmönjohtavuus riippuu lämpötilasta eri lämpötila-alueissa? Mitkä ovat lämmönjohtavuutta rajoittavat fysikaaliset ilmiöt tai tekijät näissä alueissa?