

FYS-1480 Kiinteän olomuodon fysiikka A

tentti

4.5.2009

Valvojat huomio. Tämän kokeen osallistujilla saa olla A3 kokoiselle paperille kirjoitetut muistiinpanot. Mikäli opiskelija käyttää moista se liitetään vastaukser mukaan.

- 0 a) Piirrä heksagonaalisen tiivispakkauksen yksikkökoppi. Laske atomien lukumäärä yksikkökopissa. Laske pallomaisten atomien miehittämän tilavuuden suhde yksikkökopin kokonaistilavuuteen HCP-kiteessä.
b) Piirrä Millerin tasot (0001) ja (10 $\bar{1}$ 0) heksagonaaliselle kiderakenteelle.
- 0 2. Millä potentiaalierolla elektroneja on kiihtytettävä, jotta niillä olisi 1. kertaluvun Braggin heijastus 5.6° kulmassa kidetasoista, jotka ovat 326.5 pm erillään toisistaan.
- 0 3. Dulong-Petit lakia johdettaessa hilavärähtelyjä tarkasteltiin klassisesti. Voimme olettaa, että argumenttimme eivät enään pidä paikkansa, kun terminen energia ($k_B T$) on samaa suuruusluokkaa kuin kvantisoitujen energiatasojen ero $\hbar\omega$, jolle voimme olettaa arvoksi 0.010 eV. Arvioi minkä lämpötilan alapuolella Dulong-Petit laki ei enään ole voimassa.
4. Vastaa lyhyesti:
 - a) Mihin kidevirheiden ryhmään kuuluvat dislokaatiot
 - b) Mikä on dispersiorelaatio Debye mallissa? (kaava riittää)?
 - ~ c) Luettele erilaisia Röntgen diffraktiomenetelmiä?
- 0 5. a) Kohtelemalla kiinteän aineen atomeja yksinkertaisena harmonisena oskillaattorina ja olettamalla että atomin keskimääräinen lämpöenergia on $k_B T$, osoita että atomien värähtelyn amplitudi on

$$x_{max} = \left(\frac{2k_B T}{\gamma}\right)^{1/2}$$

missä γ on jousivakio.

b) Laske amplitudi huoneenlämpötilassa, kun jousivakio on 86 N/m. Ps mikäähän on potentiaalienergian lauseke harmonisella oskillaattorilla...

Lisätietoja:

$$N_A = 6.02214 \times 10^{23}$$

$$1u = 1.660540 \times 10^{-27} \text{kg}$$

$$\hbar = 6.62608 \times 10^{-34} \text{Js}$$

$$c = 2.99792458 \times 10^8 \text{m/s}$$

$$e = 1.602177 \times 10^{-19} \text{C}$$

$$k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{JK}^{-1}$$

$$R = 8.31451070 \text{J/(molK)}$$

$$1\text{eV} = 1.602177 \times 10^{-19} \text{J}$$

$$m_e = 9.1091 \cdot 10^{-31} \text{kg}$$

$$\hbar = 1.0546 \cdot 10^{-34} \text{Js} = 6.582 \cdot 10^{-16} \text{eVs}$$

$$\epsilon_0 = 8.8544 \cdot 10^{-12} \text{N}^{-1} \text{m}^{-2} \text{C}^2$$

$$k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{JK}^{-1}$$