

Valmistaudu harjoituksiin tekemällä etukäteen mahdollisimman paljon tehtäviä (tai mahdollisimman pitkälle). Laskuja saa tehdä ryhmätyönä. Laskuja voi laskea vielä harjoituksen ajan. Kun harjoitus päättyy, lasketut tehtävät kirjataan ylös. Jokainen tekee omat ratkaisunsa.

1. Osoita, että metallin johtavuuselektronien keskimääräinen energia hyvin alhaisissa lämpötiloissa on $3/5 E_F$. Vihje: elektronisysteemin kokonaisenergia on

$$U_{total} = \int_0^{\infty} D(E) f(E) E dE$$

missä $D(E)$ on tilatiheys ja $f(E)$ on Fermi-funktio.

2. Laske millä energialla parabolisen johtavuusvyön elektronien jakaumalla on maksimiarvo 3-dimensioisessa puolijohteessa käyttäen Maxwell-Boltzmann -jakaumaa.
3. Osoita, että puolijohteen parabolisen johtavuusvyön efektiivinen tilatiheys N_{eff}^C on likimäärin yhtäsuuri kuin tilojen lukumäärä johtavuusvyön alareunasta mitatulla $\Delta E = 1,2 kT$ leveällä kaistalla (eli tilat ovat keskittyneet aivan vyön alareunaan).
4. Laske GaAs-itseispuolijohteen elektroni- ja aukkotiheys n_i , kun $T = 300$ K ja $T = 500$ K. Energia-aukon lämpötilariippuvuus on yleisesti (ns. Varshnin yhtälö):

$$E_g(T/K) = E_g(0) - \frac{\alpha T^2}{T + \beta},$$

missä GaAs:lle $E_g(0 \text{ K}) = 1,519 \text{ eV}$, $\alpha = 5,405 \cdot 10^{-4} \text{ eV/K}$, $\beta = 204 \text{ K}$. GaAs:n efektiiviset massat ovat $m_e^* = 0,067 m_0$ ja $m_h^* = 0,45 m_0$.