

1. Määrittele, vastaa tai selitä **lyhyesti** (esim. yhtälö ja siinä esiintyvien suureiden merkitys):
 - a) Relaksaatioaika-approksimaatio (Boltzmannin yhtälössä) (1p)
 - b) Wiedemann-Franz -laki (1p)
 - c) Blochin aaltofunktio (1p)
 - d) Thomas-Fermi -varjostuspituus (1p)
 - e) Adiabaattinen approksimaatio (elektroneille hilassa) (1p)
 - f) Mottin transiitio (1p)

2. Oletetaan, että hilassa (hilavakio a) liikkuvan elektronin energian lauseke on

$$E(k) = \epsilon_i - \alpha_i - \beta_i \cos(ka).$$

- a) Laske elektronien efektiivinen massa. (2p)
 - b) Piirrä efektiivisen massan käyttäytyminen aaltoluvun k funktiona välillä $-\pi/a < k < \pi/a$. Miten kuvaa voisi tai tulisi tulkita? (4p)
3. **Essee: Elektronitilat metalleissa.** Kiinnitä huomiota ainakin seuraaviin kysymyksiin: Mitä metalleissa esiintyviä ilmiöitä voidaan selittää vapaiden elektronien mallilla? Entä minkä ilmiöiden selitys ei onnistu? Miksi? Millä tavalla hilan periodinen potentiaali voidaan ottaa huomioon (melkein vapaiden elektronien malli)? Miten se auttaa ilmiöiden selittämisessä? Onko äärettömän hilan oletus välttämätön? (6p)
4. **Essee: Metallien sähkön- ja lämmönjohtavuus.** Kiinnitä huomiota ainakin seuraaviin kysymyksiin: Osallistuvatko kaikki elektronit sähkön tai lämmön johtamiseen? Mitä merkitystä on hilan periodisuudella? Entä hilavirheillä? Onko foneilla jotain tekemistä sähkön- ja lämmönjohtavuuden kanssa? Liittyvätkö sähkön- ja lämmönjohtavuus jotenkin toisiinsa? Miten sähkön- ja lämmönjohtavuutta voi kuvata? (6p)