

## SMG-4450 AURINKOSÄHKÖ

tentti 19.10.2012

OMAN OHJELMOITAVAN LASKIMEN KÄYTTÖ SALLITTU

Aki Korpela

### Tehtävä 1: auringon säteilemä energia

Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin:

- Mitä sähkömagneettisen säteilyn aallonpituuksia auringonsäteily likimain sisältää? Millä eri tavoin ihminen aistii eri aallonpituudet? (2 p)
- Mikä on se mekanismi, joka aiheuttaa auringonsäteilyn vaimenemisen ilmakehässä? (2 p)
- Mitä säteilyintensiteetin muutos tarkoittaa pinta-alayksikölle tulevien fotonien kannalta? (2 p)

### Tehtävä 2: pimeässä olevan puolijohteen sähkönjohtavuus

- Miksi puhdas pii ei johda sähköä absoluuttisessa nollassa? Entä miksi puhtaan piin sähkönjohtavuus kasvaa lämpötilan noustessa? (2 p)
- Tarkastellaan fosforilla seostettua n-tyyppin piitä. Absoluuttisessa nollassa n-tyyppin piin sähkönjohtavuus on sama kuin puhtaalla piillä (eli nollassa), mutta huoneenlämpötilassa n-tyyppin pii johtaa paljon paremmin sähköä kuin puhdas pii. Selitä tämä käyttäytyminen. (2 p)
- Tarkastellaan boorilla seostettua p-tyyppin piitä. Sopivilla seostussuhteilla n- ja p-tyyppin piin sähkönjohtavuudet saadaan käyttäytymään lämpötilan funktiona samalla tavalla. Ilmiötasolla n- ja p-tyyppin puolijohteen sähkönjohtavuudessa on kuitenkin merkittävästi eroa. Tee selkoa tästä eroavaisuudesta. (2 p)

### Tehtävä 3: oikein (O) vai väärin (V)?

Oikea vastaus tuottaa yhden pluspisteen, väärä vastaus yhden miinuspisteen. Vastaamatta jättäminen tuottaa nolla pistettä. Tehtävän minimipistemäärä on kuitenkin nolla, eli tentin kokonaispisteiden kannalta tämä tehtävä ei voi mennä miinukselle.

- Auringonsäteilyn intensiteetti on maan etäisyydellä auringosta (aurinkovakio) noin  $2000 \text{ W/m}^2$ .
- Ilmamassa on säteilyn ilmakehässä kulkeman matkan ja ilmakehän paksuuden osamäärä.
- Aukko on vähemmistövarauksenkuljettaja n-tyyppin puolijohteissa.
- Johtavuusvyöllä mallinnetaan atomien välisiin sidoksiin osallistuvien elektronien energiaa.
- Epäsuoran energia-aukon puolijohteissa elektronin liikemäärä vaikuttaa merkittävästi energia-aukon suuruuteen.
- Hyvin toimivan aurinkosähkövoimalan huipunkäyttöaika on Etelä-Suomen olosuhteissa noin 1600 tuntia.

**KÄÄNNÄ!**

#### Tehtävä 4:

##### (a) pn-liitoksen toimiminen aurinkokennossa

Kirjoita essee, joka alkaa pimeässä olevan pn-liitoksen rakenteen esittelyllä, ja joka päättyy virkkeeseen: "Tämän vuoksi elektronit kulkevat valolle altistetussa pn-liitoksessa ulkoista piiriä pitkin n-puolelta p-puolelle." Tavoitteena on siis kirjoittaa mahdollisimman loogisesti ja maalaisjärjellisesti etenevä essee pn-liitokseen perustuvan aurinkokennon toimintaperiaatteesta. (3 p)

##### (b) väriaineaurinkokennon toimintaperiaate

Kohdassa (a) tarkastellun aurinkokennon toiminta perustuu puolijohdeessa tapahtuvaan valosähköiseen ilmiöön ja pn-liitoksen tyhjennysalueen sähkökenttään. Väriaineaurinkokennossa ei kuitenkaan ole pn-liitosta, eikä kennon puolijohde saa absorboida fotoneja. Kerro lyhyesti ja pintapuolisesti, miten väriaineaurinkokenno toimii. (2 p)

##### (c) lämpötilan vaikutus

Lämpötilan muutos vaikuttaa piikennoon huomattavasti enemmän kuin väriaineaurinkokennoon. Mistä tämä mahtaa johtua? Mieti, miksi piikennon jännite riippuu merkittävästi kennolämpötilasta. Ja kun sen jälkeen mietit väriaineurinkokennon rakennetta, vastaus on pääteltävissä, vaikkei tätä yksityiskohtaa olekaan kurssilla suoraan käsitelty... (1 p)

#### Tehtävä 5: piiaurinkokennon virta-jännite-käyrän muodostuminen

Oheinen kuva esittää piiaurinkokennon tyypillistä virta-jännite-käyrää.

- Tarkastellaan ensin tyhjäkäyntitilannetta. Mitä valolle altistetun pn-liitoksen sisällä tapahtuu tyhjäkäyntitilanteessa? Miksi kennon jännite on suurimmillaan tyhjäkäynnissä? Onko tyhjennysalueen sähkökenttä tällöin pienimmillään, suurimmillaan, vai jotain siltä väliltä?
- Tarkastellaan sitten oikosulutilannetta. Mitä valolle altistetun pn-liitoksen sisällä tapahtuu oikosulutilanteessa? Miksi kennon virta on suurimmillaan oikosulussa? Onko tyhjennysalueen sähkökenttä tällöin pienimmillään, suurimmillaan, vai jotain siltä väliltä?
- Esitä oheisen kuvan pisteet (i) ja (ii) kennon sisäisten tapahtumien avulla. Miten piste (i) eroaa kennon sisäisten tapahtumien kannalta tyhjäkäyntitilanteesta, ja miten piste (ii) eroaa vastaavasti oikosulutilanteesta? Kerro myös, mitä kennon sisällä tapahtuu virta-jännite-käyrän maksimitehopisteessä. Onko tyhjennysalueen sähkökenttä pienimmillään, suurimmillaan, vai jotain siltä väliltä, kun toimitaan maksimitehopisteessä? (2 p)

