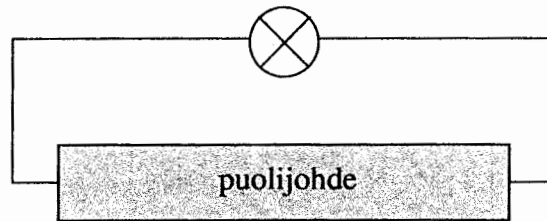


**Huomioitavia juttuja:**

- Kirjoittakaa jokaiseen konseptiin nimenne ja opiskelijanumeronne.
- Palauttakaa tehtävät 1, 2 ja 3 samalla konseptilla.
- Palauttakaa tehtävät 4, 5 ja 6 samalla konseptilla, joka on kuitenkin eri konsepti kuin se, jolla tehtävät 1, 2 ja 3 sijaitsevat.
- Tehtävät 1, 2 ja 3 koskevat aurinkosähköä ja tehtävät 4, 5 ja 6 tuulivoimaa.

1. Selitä lyhyesti seuraavat käsitteet. (1 p/kohta)
- (a) aurinkovakio                      (b) Fermi-taso                      (c) valojänniteilmiö  
(d) Czochralski-menetelmä      (e) fosforidiffuusio              (f) aurinkolammikko
2. Tarkastellaan oheisen kuvan mukaista tilannetta, jossa hehkulamppu on kytketty puolijohteen päiden välille.
- (a) Olkoon puolijohde puhtaasta piistä. Mitä tapahtuu, kun valenssivyöllä oleva elektroni vastaanottaa fotonin, jonka energia on suurempi kuin piin energia-aukko? Palaako hehkulamppu? Miksi? (2 p)
- (b) Olkoon puolijohde p- ja n-tyypin piistä muodostettu pn-liitos. Tarkastellaan jälleen tilannetta, jossa valenssivyöllä oleva elektroni vastaanottaa fotonin, jonka energia on suurempi kuin piin energia-aukko. Miten tilanne eroaa (a)-kohdan tilanteesta? Kerro tarkasti, mitä pn-liitoksen rajapinnalla tapahtuu. Palaako hehkulamppu? (4 p)



- 3.
- (a) Mitkä tekijät pienentävät aurinkokennon hyötysuhdetta. (3 p)  
(6 tekijää riittää, 0.5 p/tekijä)
- (b) Tarkastellaan 36 aurinkokennon sarjaankytkennästä koostuvaa paneelia, jonka virta ( $I$ ) –jännite ( $V$ ) –käyrä noudattaa lauseketta

$$I = I_{sc} \left[ 1 - \left( \frac{V}{V_{oc}} \right)^{10} \right],$$

jossa  $I_{sc}$  ja  $V_{oc}$  ovat paneelin oikosulkuvirta ja tyhjäkäyntijännite. Kun lämpötila on 25 °C ja säteilyteho on 1000 W/m<sup>2</sup>, oikosulkuvirta ja tyhjäkäyntijännite ovat:

$$I_{sc} = 4.5 \text{ A ja } V_{oc} = 18 \text{ V.}$$

Tarkastellaan olosuhdetta, jossa lämpötila on noussut 28 °C:een, ja säteilyteho on pienentynyt arvoon 800 W/m<sup>2</sup>. Laske paneelin maksimiteho  $P_{max}$  ja täyterroin  $f$  muuttuneissa olosuhteissa. (3 p)

**SMG-4300 Aurinkosähkö ja tuulivoima**  
**Tentti 1.2.2006**

**Vastaukset kysymyksiin 1-3 ja 4-6 eri konsepteille!**

Teemu Rovio

4. Ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin? Perustele!

- a) Isossa tuulivoimalassa tuotettu sähkö on kalliimpaa kuin pienessä tuotettu, koska investointikustannukset ovat suuremmat.
- b) Tuulivoima ei ole ympäristöystävällinen energiamuoto, sillä perusvoiman tuottaminen tuulesta vaatii Suomeen 144 tuhatta tuulivoimalaa.
- c) Maa-merituuli puhaltaa illalla maalta merelle.

5. Tee lyhyesti selkoa alla olevista asioista.

- a) Betzin laki
- b) Savonius-roottori
- c) Planeettavaihde
- d) Aerodynaaminen voima

6.

- a) Laske tuulisähkön tuottajahinta, kun
  - Voimalan investointikustannukset ovat 4.5 miljoonaa euroa.
  - Vuosituotanto on 7900 MWh.
  - Annuiteettitekijä on 7.5%.
  - Vuotuiset käyttökustannukset ovat 1% investointikustannuksista.
  - Voimala on saanut 10% investointitukea KTM:ltä.
- b) Tuulen nopeus on 12 m/s. Turbiinin teho on 3 MW. Laske pienin mahdollinen turbiinin halkaisija.

Ilman tiheys on  $1.2 \text{ kg/m}^3$ .