

## Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

1. Tarkastellaan PEM-kennoa. Kuinka suuri on reaktiotuotteena syntyneen vesihöyryn Gibbsin vapaa energia, mikäli kennon ideaalinen tyhjäkäyntijännite on 1.23 V? Vedylle Gibbsin vapaa energia on -38.96 kJ/mol ja vastaavasti hapelle -61.12 kJ/mol. Faradayn vakio  $F = 96\,485\text{ C/mol}$ .
2. Ilman ( $T = 20^\circ\text{C}$ ) suhteellinen kosteus on 70 %, jolloin veden kylläinen höyrynpaine on 2.228 kPa. PEM kennoa varten ilma lämmitetään vakiopaineessa  $60^\circ\text{C}$ :een lisäämättä vettä, jolloin veden kylläinen höyrynpaine on 19.94 kPa. Miten hyvin kenno toimii?
3.
  - a) Vety puristetaan huoneen lämpötilassa ( $T = 300\text{ K}$ ) 200 barin paineeseen. Määritä ison vetykaasupullon (50 litraa / 200 bar) energiasisältö, kun vetyä voidaan pitää ideaalikaasuna. Vedyn reaktioentalpia  $\Delta h = -241\text{ kJ/mol}$  ja yleinen kaasuvakio  $R = 8.314\text{ J/molK}$ .
  - b) Kuvaile paine-konsentraatio –koordinaatiston avulla vedyn varastointia metalli-hydriidiin.
4. Esitä polttokennon toimintakäyrä (kennojännite vs. virrantiheys) kahdessa eri toimintalämpötilassa: (a) noin  $40^\circ\text{C}$  ja b) noin  $800^\circ\text{C}$ . Selvitä käyrien avulla polttokennossa syntyviä häviöitä.
5. Ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin. Oikea vastaus antaa yhden pisteen kukin, väärä vastaus -0.5 pistettä. Vastaamatta jättäminen antaa nolla pistettä.
  - a) Polttokennon toimintapaineen nosto nostaa kennojännitettä, mutta oikean kosteustasapainon näkökuimasta tarvittava vesimäärä hieman kasvaa.
  - b) Sulakarbonaattikennossa kierrätetään hiilidioksidia anodin ja katodin välillä.
  - c) Polttokennon aktivointihäviöiden pienentämiseksi kennon ns. siirtymävirrantiheys tulisi olla mahdollisimman pieni.
  - d) Ns. Shift-reaktiolla tarkoitetaan toimintaa, kun polttokennon anodille vedyn sijasta syötetään hiilimonoksidia.
  - e) Vedyn energiasisältö painoon suhteutettuna on tuntuvasti suurempi kivihiiileen verrattuna.
  - f) Lasi muuttuu vetyä läpäiseväksi tyhjiössä.