

Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

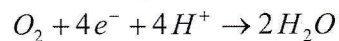
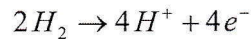
OSA I Vastaa lyhyesti seuraaviin 16 kysymykseen.

1. Mitä ymmärretään polttokennojärjestelmässä kirjainlyhenteellä BOP?
2. Mitä ymmärretään käsitteellä MEA?
3. Miten määritellään polttokennon toiminnassa vetyyn sitoutuneen energian määrä?
4. Mikä on ns. bipolaarilevy?
5. Miten määritellään polttokennon reversiibeli tyhjäkäyntijännite?
6. Miten polttokennolle määritetään sen maksimi hyötysuhde?
7. Hahmota polttokennon kennojännitteen käyrämuodot virrantiheyden funktiona PEM-kennon ja SOFC-kennon tapauksissa.
8. Miten ideaalikaasulle aineen aktiivisuus määritellään?
9. Mitä tarkoitetaan polttokennon siirtymävirrantiheydellä ja miksi sen arvoa pyritään maksimoimaan?
10. Mitä tarkoitetaan termillä polttoaineen ylivuoto (fuel crossover)?
11. Miksi hiilimonoksidi on haitallista PEM-kennon toiminnan näkökulmasta?
12. Miten määritellään absoluuttisen ja suhteellisen kosteuden käsitteet?
13. Miksi alkaalikennon katodille mahdollisesti ilman mukana tullut hiilidioksidi on haitallista kennon toiminnan kannalta?
14. Millainen on ns. Raney-metalli?
15. Mitä tarkoitetaan vetykaasun isentalpisella laajenemisella?
16. Mitä ovat zeoliitit?

**KÄÄNNÄ!**

## OSA II

1. Tarkastellaan polttokennon anodilla ja katodilla tapahtuvia reaktioita



Määritä katodilla käytetyn hapen määrä (kg/s), kun kennoston teho on 1 kW ja yhden kennon kennojännite on 0.8 V. (Hapelle 1 mol/s =  $32 \times 10^{-3}$  kg/s ja Faradayn vakio  $F = 96485$  C.)

2. Tarkastellaan tilannetta, jossa Gibbsin vapaa energia  $G = G(p, T)$ , siis funktio paineesta  $p$  ja lämpötilasta  $T$ . Vetyä voidaan pitää hyvällä tarkkuudella ideaalikaasuna. Todenna, että Gibbsin vapaan energian muutos vakio­lämpötilassa voidaan tällöin esittää muodossa

$$G_2 - G_1 = nRT \ln\left(\frac{p_2}{p_1}\right)$$

missä  $n$  on vedyn määrä moolina ja  $R$  yleinen kaasuvakio. Alaindeksit 1 ja 2 viittaavat prosessin alku- ja lopputilaan.

3. PEM-kennon tuottama virta on 1 A ja sen toiminta-ajaksi halutaan 100 tuntia. Jos polttokennon vaatima vety varastoidaan paineistettuna kaasuna 500 barin paineessa ( $T = 300$  K), mikä on vaadittu tilavuus? Jos vety varastoidaan metallihydriidiin, jonka varastointikapasiteetti on 5 wt%, mikä on tällöin vaadittu tilavuus? Metallihydridin tiheys on  $10 \text{ g/cm}^3$ . Vedyn hapettumisen hyötysuhde on 80 %. Vedyn  $H_2$  moolimaassa on 2.016 g/mol. Vety voidaan mallintaa ideaalikaasuna, yleinen kaasuvakio  $R = 8.314$  J/molK.

HUOM! Ensimmäisen osan tehtävät ovat kukin arvoltaan 1 piste. Toisen osan tehtävistä voi kustakin saada 0-3 pistettä.