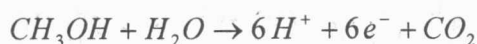


Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

1. Millä tavalla termodynamiikan käsitteet entalpia ja Gibbsin vapaa energia kytkeytyvät polttokennojen toimintaan? Lähtien liikkeelle sisäenergian ja entalpian määritelmistä, johda edelleen seuraava Maxwellin yhtälö

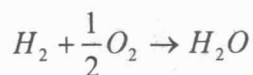
$$\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_s = -\left(\frac{\partial p}{\partial s}\right)_v$$

2. A) PEM –metanolipolttokennon anodilla tapahtuu seuraava reaktio



Määritä reaktiotuotteiden ja lähtöaineiden Gibbsin vapaan energian muutos, kun saatu kennojännite on 0.605 V ja tiedetään, että kennon hyötysuhde on 50 %. Faradayn vakio $F = 96485 \text{ C}$. Määritä edelleen kennon virta, mikäli polttoaineen kulutus on $1.4 \times 10^{-7} \text{ mol/s}$.

2. B) Tarkastellaan vetypolttokennon perusreaktioyhtälöä



Miten Nernstin yhtälön perusteella kennojännite alenee, mikäli anodille syötetyn vedyn osapaine pienenee 50 % (anodille syötetty seos, missä on 50% vetyä ja 50% reformointiyksikön mukana tullutta hiilidioksidia). Kennon toimintalämpötila on 473 K (= 200 °C) ja yleinen kaasuvakio $R = 8.314 \text{ J/mol K}$.

KÄÄNNÄ!

3. A) Mitä tarkoitetaan polttokennon aktivointihäviöillä ja miten niitä ns. Tafelin yhtälön avulla mallinnetaan? Millä keinoin aktivointihäviöitä on mahdollista pienentää?
3. B) Esitä polttokennon toimintakäyrä (kennojännite vs virrantiheys) kahdessa eri toimintalämpötilassa, (a) noin $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja (b) noin $800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Selvitä käyrien avulla polttokennossa syntyviä häviöitä.
4. PEM-kennon elektrolyytin ja elektrodien rakenne. Tarkastele edelleen kennon kosteustasapainoa.
5. Vedyn varastointi metallihydrideihin.
6. Ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin? Oikea vastaus antaa yhden pisteen kukin, väärä vastaus yhden miinuspisteen. Vastaamatta jättäminen antaa nolla pistettä.
- a) PEM-kennon katalyytti on herkkä hiilidioksidille.
 - b) Ns. Raney-metalli toimii SOFC –kennon elektrodina korkean lämpötilakestoisuutensa johdosta.
 - c) Polttokennon ohmiset häviöt ovat erityisen merkityksellisiä alkaalikennoilla.
 - d) Kirjainlyhenne BOP tarkoittaa polttokennon oheislaitteita.
 - e) Isentropisessa paisunassa kaasu tekee laajetessaan työtä.
 - f) Van't Hoff –käyrällä voidaan esittää vedyn varastoitumista metallihydridiin.