

Laskimen käyttö sallittu.

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

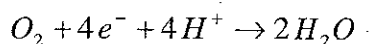
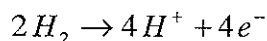
$$\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_s = -\left(\frac{\partial p}{\partial s}\right)_v$$

- 2 a) Polttokennon toimintajännite tietyllä virrantiheydellä i voidaan esittää summalausekkeena

$$V = E - (i + i_n)r - A \ln\left(\frac{i + i_n}{i_0}\right) + B \ln\left(1 - \frac{i + i_n}{i_1}\right)$$

Analysoi oheisen lausekkeen perusteella polttokennossa tapahtuvia häviöitä:

- 2 b) 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 $1 \text{ mol/s} = 32 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$ ja Faradayn vakio $F = 96\,485 \text{ C}$).

3. PEM-kennon elektrolyytin ja elektrodien rakenne. Oikea kosteustasapaino on tärkeää kennon toiminnan kannalta. Mitä ymmärretään absoluuttisella sekä suhteellisella kosteudella?

KÄÄNNÄ!

4. Mitä ymmärretään polttokennojen yhteydessä ns. yhdistetyillä järjestelmillä? Jos esimerkiksi SOFC-kennon toimintalämpötila on T_F osoita, että edellä mainituissa yhdistetyissä järjestelmissä maksimihyötysuhde on

$$\eta_{\max} = \frac{\Delta G_{T_A}}{\Delta H}$$

missä T_A viittaa ympäristön lämpötilaan, ΔG on Gibbsin vapaan energian muutos ja ΔH entalpian muutos.

5. Selitä lyhyesti polttokennoteknologiaan liittyvät termit

- a) aktiivisuus
- b) BOP-järjestelmä
- c) Raney-metalli
- d) endoterminen reaktio
- e) stoikiometrinen kerroin
- f) zeoliitti