

5. Kuvaile kiinteäoksidipolttokennon rakennetta. Kyseistä kennoa voidaan hyödyntää ns. yhdistettyjen järjestelmien yhteydessä. Mitä tällä tarkoitetaan? Miten näissä järjestelmissä määräytyy tuotetun sähköenergian maksimihyötysuhde?
6. Ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin. Oikea vastaus antaa yhden pisteen kukin, väärä vastaus yhden miinuspisteen. Vastaamatta jättäminen antaa nolla pistettä.
- PEM-kennon katalyytti on herkkä hiilidioksidille.
 - Vety soveltuu katalyyttiseen polttoon alhaisessa lämpötilassa.
 - Ns. Raney-metalli toimii SOFC-kennon elektrolyytinä korkean lämpötilakestoisuutensa johdosta.
 - Kaasu- tai nestemäisten hiilivetyjen höyryreformoinnissa syntynyt synteetikaasu sisältää tilavuudeltaan noin 25 % vetyä.
 - Polttokennon ohmiset häviöt ovat erityisen merkityksellisiä alkaalikennoilla.
 - Kirjainlyhenne BOP tarkoittaa polttokennoon liittyviä oheislaitteita.

Maxwellin yhtälöt

$$dU = dQ + dW$$

$$= Tds + pdv$$

$$Tds = dU + pdv$$

$$G = H + Tds$$

$$H = U + pdv$$

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

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

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

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

$$\Rightarrow dh = du + pdv - vdp$$

$$dh = Tds - vdp$$

$$dG = dh + Tds - sdT$$

$$= Tds - vdp + Tds + sdT$$

$$dG = -vdp + sdT$$



Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

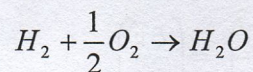
1. Kun vetyä voidaan pitää ideaalikaasuna, osoita että ominaisentalpia $h(T, p) = h(T)$.
2. Kuinka suuri vedyn massavirta (kg/h) ideaalitalanteessa tarvitaan PEM-kennossa tuottamaan 1 A:n suuruinen kennovirta? Faradayn vakio $F = 96485$ C ja vedyn moolimassa $M_{H_2} = 2.0158$ g/mol.

3. 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.

3. 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 $R = 8.314$ J/mol K.

4. PEM-kennon elektrolyytin ja elektrodien rakenne. Oikea kosteustasapaino on tärkeää kennon toiminnan kannalta. Mitä ymmärretään absoluuttisella sekä suhteellisella kosteudella? 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 °C:een lisäämättä vettä, jolloin veden kylläinen höyrynpaine on 19.94 kPa. Miten hyvin kenno toimii?

KÄÄNNÄ!