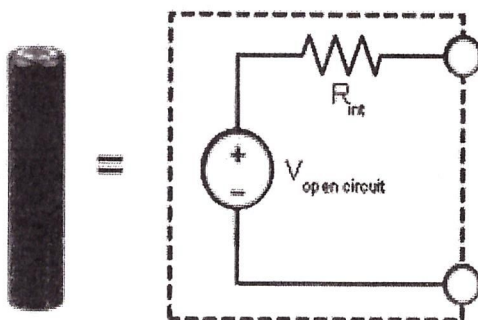


Oman ohjelmoitavan laskimen käyttö sallittu.

1. Mitkä ovat kuusi kaupallista polttokennotyyppiä? Laita kukin polttokennotyyppi oikeisiin taulukon ensimmäiselle vaakariville oikealle paikalleen.

Polttoaine	H ₂ , CO, CH ₄	H ₂	CH ₃ OH	H ₂ , CO, CH ₄	H ₂	H ₂
Elektrolyytti	Yttrium + zirkonium	KOH	Nafion	Litium-kalium-karbonaatti	Nafion	H ₃ PO ₄
Varaus elektroyttin läpi	O ²⁻	OH ⁻	H ⁺	CO ₃ ²⁻	H ⁺	H ⁺
Toimintalämpötila (°C)	700-1000	60-120	50-90	600-650	60-100	175-200

2. PEM-kenno toimii 100 °C:een lämpötilassa, jolloin reaktiotuotteiden ja lähtöaineiden Gibbsin vapaan energian muutos $\Delta g = -225.2$ kJ/mol. Määritä kennon reversiibeli tyhjäkäyntijännite. Muodosta edelleen lauseke, joka kuvaa kennojännitteen muutosta, kun vedyn osapaine muuttuu. Hapen osapaine pysyy muuttumattomana. Mikä on jännitteen muutos, jos vedyn osapaine $p_{H_2} = 1$ bar. Yleinen kaasuvakio $R = 8.314$ J/molK ja Faradayn vakio $F = 96485$ C/mol.
3. Polttokennoa voidaan normaaliin tapaan mallintaa jännitelähteenä, ts.



missä $V_{\text{open circuit}} = 0.8$ V. R_{int} mallintaa kuormitetussa tilanteessa syntyneitä kokonaishäviöresistanssia, $R_{\text{int}} = 0.0001$ Ω . Kytetään polttokennoon kuorma R_L . Mikä on polttokennon (PEM-kenno) tarvitsema vedyn kulutus (mg/s), kun kennolla halutaan tuottaa kuormalle 1 kW:n teho. Vedyn moolimassa $M_{H_2} = 2.016$ g/mol.

KÄÄNNÄ!

4. Kuvaile vedyn valmistusta höyryreformoinnin avulla. Kuvaile edelleen paine-konsentraatio –koordinaatiston avulla vedyn varastointia metallihydridiin.
5. Ovatko seuraavat väittämät totta (T) vai epätotta (E)? Oikea vastaus tuottaa yhden pisteen kukin, väärästä vastauksesta saa yhden miinuspisteen. Vastaamatta jättäminen tuottaa nolla pistettä.
- a) Polttokennon toimintapaineen nosto nostaa kennojännitettä, mutta oikean kosteustasapainon näkökulmasta tarvittava vesimäärä hieman kasvaa.
 - b) Kun polttokennojen yhteydessä puhutaan ns. yhdistetyistä järjestelmistä, niillä tarkoitetaan, että kennoon voi anodille vedyn lisäksi syöttää myös muita polttoaineita.
 - c) Ideaalikaasulle aineen aktiivisuus määritetään painesuhteena todellisen ja standardipaineen 0.1 MPa kesken.
 - d) PEM-kennon katalyyttinä käytetty platina ei ole herkkä hiilidioksidille.
 - e) Suhteellinen kosteus saadaan jakamalla veden kylläinen höyrynpaine veden osapaineella.
 - f) Kun vetyä varastoidaan ns. fulleriineihin, saadaan varaston vetypitoisuudeksi noin 20 wt%.