

Πρόβλημα 1

Μία συστοιχία κυψελών καυσίμου στερεού οξειδίου λειτουργεί στους 800 °C και καταναλώνει H₂ για την παραγωγή 5 kW ηλεκτρικής ισχύος. Η τάση λειτουργίας είναι 0.7 V και η πυκνότητα ρεύματος σε αυτή την τάση είναι 0.5 A/cm².

α) Υπολογίστε την απαιτούμενη επιφάνεια της συστοιχίας. Αν οι κυψέλες της συστοιχίας είναι τετράγωνες με πλευρά 10 cm, αλλά μόνο το 90% της συνολικής τους επιφάνειας είναι ωφέλιμο (το υπόλοιπο χρειάζεται για τη στήριξη της κυψέλης), πόσες τέτοιες κυψέλες θα περιλαμβάνει η συστοιχία;

β) Ποιες θα είναι οι ογκομετρικές (σε STP) παροχές υδρογόνου και αέρα στη συστοιχία αν η μετατροπή του H₂ είναι 90% και του O₂ 80%; ($\Delta G_{\text{H}_2\text{O}, 800}^f = -188 \text{ kJ/mol}$)

γ) Αν αντί για κυψέλες στερεού οξειδίου χρησιμοποιούσαμε κυψέλες PEM που λειτουργούν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, με βαθμό μετατροπής του H₂ 85% και του O₂ 85%, ποιες θα ήταν οι (ογκομετρικές σε STP) παροχές καυσίμου και αέρα; ($\Delta G_{\text{H}_2\text{O}, 25}^f = -228 \text{ kJ/mol}$)

Πρόβλημα 2

Για την παραγωγή H₂ από ηλεκτρόλυση ατμού μια συστοιχία κυψελών YSZ (yttria stabilized zirconia, Zr_{0.92}Y_{0.08}O_{3-δ}) λειτουργεί, με πλήρως ιοντική αγωγιμότητα (O²⁻), στους 800 °C

α) Ποια είναι η ελάχιστη τάση λειτουργίας ανά κυψέλη; (για υδρατμό: $\Delta G_{\text{H}_2\text{O}, 800}^f = -188 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{\text{H}_2\text{O}, 800}^f = -248 \text{ kJ/mol}$)

β) Αν η ειδική ανά επιφάνεια αντίσταση (area specific resistance) της κυψέλης είναι 0.2 Ω·cm² και η μέγιστη τάση με την οποία μπορεί να λειτουργήσει είναι 2 V, πόσο H₂ μπορεί να παραχθεί από μία κυψέλη με ωφέλιμη επιφάνεια 90 cm²;

γ) Πόσες κυψέλες της περίπτωσης β απαιτούνται για την παραγωγή 25 kg H₂ την ημέρα;

δ) Αντί για ηλεκτρολύτη YSZ θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ο περοβσκίτης BaZr_{0.7}Ce_{0.2}Y_{0.1}O_{3-δ}, που λειτουργεί σε θερμοκρασία 600 °C και άγει σε συνθήκες ηλεκτρόλυσης υδρατμού κατά 95% πρωτόνια (H⁺) και κατά 5% ηλεκτρόνια. Με κατάλληλο ηλεκτρόδιο καθόδου και τροφοδοσία αζώτου, θα μπορούσε να παράγεται αμμωνία (αντί για H₂). Να γράψετε τη συνολική αντίδραση που λαμβάνει χώρα στην κυψέλη με και χωρίς την τροφοδοσία αζώτου στην κάθοδο. Ποια είναι η ελάχιστη απαιτούμενη τάση σε κάθε περίπτωση; ($\Delta G_{\text{H}_2\text{O}, 600}^f = -200 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{\text{H}_2\text{O}, 600}^f = -247 \text{ kJ/mol}$, $\Delta G_{\text{NH}_3, 600}^f = 47 \text{ kJ/mol}$, $\Delta H_{\text{NH}_3, 600}^f = -55 \text{ kJ/mol}$)

ε) Αν η ειδική ανά επιφάνεια αντίσταση της κυψέλης είναι 0.3 Ω·cm² και η φαρανταϊκή απόδοση προς NH₃ είναι 50%, να υπολογίσετε τον ρυθμό παραγωγής NH₃ για επιφάνεια κυψέλης 10 cm². Θεωρείστε ότι η κυψέλη μπορεί να λειτουργήσει με τάση ίση με το αντιστρεπτό δυναμικό της συνολικής αντίδρασης.