Τεστ 6 Κυψέλες Καυσίμου Πολυμερικού Αγωγού Πρωτονίων

**ΑΣΚΗΣΗ**

Κυψέλη καυσίμου ΡΕΜ με επιφάνεια ηλεκτροδίων Α m2 λειτουργεί σε θερμοκρασία Τ oC. Οι παροχές ανόδου και καθόδου είναι Fan και Fcath, αντίστοιχα. Στην άνοδο τροφοδοτείται Η % υδρογόνου σε ατμό και στην κάθοδο αέρας (Ν2/Ο2 = 79/21). Να υπολογιστούν το δυναμικό λειτουργίας, η ισχύς, η ηλεκτρική και η ολική απόδοση της κυψέλης (ως προς την LHV), για πυκνότητα ρεύματος i. Δίνονται, η ωμική υπέρταση RΩ, και οι πυκνότητες ρεύματος ανταλλαγής Ιοα και Ιοκ, της ανοδικής και της καθοδικής αντίδρασης, αντίστοιχα. (ελεύθερη ενέργεια καύσης του υδρογόνου, στους 25 oC: ΔGo = -228,593 kJ/mol H2, κατώτερη θερμογόνο δύναμη του υδρογόνου: LHVH2 = 241,826 kJ/mol H2 και σταθερά Faraday F = 96484 cb/mol e-).

**Δεδομένα**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **λήγοντας ΑΜ** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |  |
| **A** | 2,0 | 1,9 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | **m2** |
| **T** | 75,0 | 76,0 | 77,0 | 78,0 | 79,0 | 80,0 | 81,0 | 82,0 | 83,0 | 84,0 | **oC** |
| **Fan** | 4,0 | 3,9 | 3,8 | 3,7 | 3,6 | 3,5 | 3,4 | 3,3 | 3,2 | 3,1 | **lt/s** |
| **Fcath** | 15,0 | 14,9 | 14,8 | 14,7 | 14,6 | 14,5 | 14,4 | 14,3 | 14,2 | 14,1 | **lt/s** |
| **H** | 94,0 | 94,2 | 94,4 | 94,6 | 94,8 | 95,0 | 95,2 | 95,4 | 95,6 | 95,8 | **%** |
| **i** | 1,50 | 1,51 | 1,52 | 1,53 | 1,54 | 1,55 | 1,56 | 1,57 | 1,58 | 1,59 | **A/cm2** |
| **RΩ** | 8,0 | 8,1 | 8,2 | 8,3 | 8,4 | 8,5 | 8,6 | 8,7 | 8,8 | 8,9 | **μΩ** |
| **Ιοα** | 0,90 | 0,92 | 0,94 | 0,96 | 0,98 | 1,00 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,08 | **mΑ/cm2** |
| **Ιοκ** | 6,0 | 6,2 | 6,4 | 6,6 | 6,8 | 7,0 | 7,2 | 7,4 | 7,6 | 7,8 | **μΑ/cm2** |
| **α** | 0,5 | 1,5 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6,5 | 7,5 | 8,5 | 9,5 |  |

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΥΣΗΣ**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Εο** |  | **V** |  | **YH2Ocath,out** |  | **%** |
| **YH2,in** |  | **%** |  | **YH2an,ave** |  | **%** |
| **YH2O,in** |  | **%** |  | **YO2cath,ave** |  | **%** |
| **YO2,in** |  | **%** |  | **YH2Ocath,ave** |  | **%** |
| **FH2an,in** |  | **mol/min** |  | **Erev** |  | **V** |
| **FH2Oan,in** |  | **mol/min** |  | **ηΩ** |  | **V** |
| **FO2cath,in** |  | **mol/min** |  | **ηact,an** |  | **V** |
| **FN2cath,in** |  | **mol/min** |  | **ηact,cath** |  | **V** |
| **rH2** |  | **mol/min** |  | **ηtotal** |  | **V** |
| **rO2** |  | **mol/min** |  | **Voperation** |  | **V** |
| **FH2an,out** |  | **mol/min** |  | **Power Dencity** |  | **kW/m2** |
| **FH2Ocath,out** |  | **mol/min** |  | **P** |  | **kW** |
| **FH2Oan,out** |  | **mol/min** |  | **Uf,H2** |  | **%** |
| **FO2cath,out** |  | **mol/min** |  | **Uf,O2** |  | **%** |
| **FN2cath,out** |  | **mol/min** |  | **eff (LHV)el** |  | **%** |
| **YH2an,out** |  | **%** |  | **eff (LHV)tot** |  | **%** |
| **YO2cath,out** |  | **%** |  |  |  |  |

**Πίνακας Αποτελεσμάτων**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ΑΜ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |  |
| Εο | 1,185 | 1,185 | 1,185 | 1,185 | 1,185 | 1,185 | 1,185 | 1,185 | 1,185 | 1,185 | **V** |
| YH2,in | 0,940 | 0,942 | 0,944 | 0,946 | 0,948 | 0,950 | 0,952 | 0,954 | 0,956 | 0,958 | **%** |
| YH2O,in | 0,060 | 0,058 | 0,056 | 0,054 | 0,052 | 0,050 | 0,048 | 0,046 | 0,044 | 0,042 | **%** |
| YO2,in | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | 0,210 | **%** |
| FH2an,in | 7,805 | 7,822 | 7,839 | 7,855 | 7,872 | 7,888 | 7,905 | 7,922 | 7,938 | 7,955 | **mol/min** |
| FH2Oan,in | 0,498 | 0,482 | 0,465 | 0,448 | 0,432 | 0,415 | 0,399 | 0,382 | 0,365 | 0,349 | **mol/min** |
| FO2cath,in | 7,931 | 7,931 | 7,931 | 7,931 | 7,931 | 7,931 | 7,931 | 7,931 | 7,931 | 7,931 | **mol/min** |
| FN2cath,in | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | **mol/min** |
| rH2 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | **mol/min** |
| rO2 | 2,719 | 2,719 | 2,719 | 2,719 | 2,719 | 2,719 | 2,719 | 2,719 | 2,719 | 2,719 | **mol/min** |
| FH2an,out | 2,367 | 2,384 | 2,400 | 2,417 | 2,434 | 2,450 | 2,467 | 2,483 | 2,500 | 2,517 | **mol/min** |
| FH2Ocath,out | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | 5,438 | **mol/min** |
| FH2Oan,out | 0,498 | 0,482 | 0,465 | 0,448 | 0,432 | 0,415 | 0,399 | 0,382 | 0,365 | 0,349 | **mol/min** |
| FO2cath,out | 5,212 | 5,212 | 5,212 | 5,212 | 5,212 | 5,212 | 5,212 | 5,212 | 5,212 | 5,212 | **mol/min** |
| FN2cath,out | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | 29,837 | **mol/min** |
| YH2an,out | 0,826 | 0,832 | 0,838 | 0,844 | 0,849 | 0,855 | 0,861 | 0,867 | 0,872 | 0,878 | **%** |
| YO2cath,out | 0,129 | 0,129 | 0,129 | 0,129 | 0,129 | 0,129 | 0,129 | 0,129 | 0,129 | 0,129 | **%** |
| YH2Ocath,out | 0,134 | 0,134 | 0,134 | 0,134 | 0,134 | 0,134 | 0,134 | 0,134 | 0,134 | 0,134 | **%** |
| YH2an,ave | 0,883 | 0,887 | 0,891 | 0,895 | 0,899 | 0,903 | 0,906 | 0,910 | 0,914 | 0,918 | **%** |
| YO2cath,ave | 0,169 | 0,169 | 0,169 | 0,169 | 0,169 | 0,169 | 0,169 | 0,169 | 0,169 | 0,169 | **%** |
| YH2Ocath,ave | 0,067 | 0,067 | 0,067 | 0,067 | 0,067 | 0,067 | 0,067 | 0,067 | 0,067 | 0,067 | **%** |
| Erev | 1,210 | 1,210 | 1,210 | 1,210 | 1,210 | 1,211 | 1,211 | 1,211 | 1,211 | 1,211 | **V** |
| ηΩ | 0,240 | 0,232 | 0,224 | 0,216 | 0,207 | 0,198 | 0,188 | 0,178 | 0,167 | 0,156 | **V** |
| ηact,an | -0,222 | -0,223 | -0,223 | -0,223 | -0,223 | -0,223 | -0,224 | -0,224 | -0,224 | -0,224 | **V** |
| ηact,cath | -0,373 | -0,373 | -0,373 | -0,374 | -0,374 | -0,374 | -0,375 | -0,375 | -0,376 | -0,376 | **V** |
| ηtotal | 0,835 | 0,828 | 0,820 | 0,813 | 0,804 | 0,795 | 0,786 | 0,777 | 0,767 | 0,756 | **V** |
| Voperation | 0,375 | 0,382 | 0,390 | 0,398 | 0,406 | 0,415 | 0,424 | 0,434 | 0,444 | 0,455 | **V** |
| Power Dencity | 5,959 | 6,074 | 6,197 | 6,325 | 6,460 | 6,601 | 6,749 | 6,904 | 7,066 | 7,235 | **kW/m2** |
| P | 6,554 | 6,682 | 6,816 | 6,957 | 7,106 | 7,261 | 7,424 | 7,595 | 7,773 | 7,959 | **kW** |
| Uf,H2 | 69,673 | 69,525 | 69,378 | 69,231 | 69,085 | 68,939 | 68,795 | 68,650 | 68,507 | 68,364 | **%** |
| Uf,O2 | 34,283 | 34,283 | 34,283 | 34,283 | 34,283 | 34,283 | 34,283 | 34,283 | 34,283 | 34,283 | **%** |
| eff (LHV)el | 29,904 | 30,486 | 31,098 | 31,743 | 32,419 | 33,129 | 33,873 | 34,651 | 35,463 | 36,311 | **%** |
| eff (LHV)tot | 20,835 | 21,195 | 21,575 | 21,976 | 22,397 | 22,839 | 23,303 | 23,788 | 24,295 | 24,824 | **%** |