Τεστ 6 Κυψέλες Καυσίμου Στερεών Οξειδίων 24 Μαϊου 2021

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ΕΠΩΝΥΜΟ: |  | ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: |  |
| ΟΝΟΜΑ: |  | ΛΗΓΟΝΤΑΣ ΑΡΙΘΜΟΥ ΜΗΤΡΩΟΥ: |  |

 **(Στο Αρχείο αυτό να συμπληρωθεί ο Πίνακας Αποτελεσμάτων και να επικολληθούν οι φωτογραφίες από τα χειρόγραφα της λύσης. Το Αρχείο να σωθεί με όνομα Επώνυμο\_Όνομα\_Τεστ\_6 και να ανεβεί στο e-class)**



**ΑΣΚΗΣΗ**

Κυψέλη καυσίμου p-SOFC 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 καθαρό οξυγόνο. Να υπολογιστούν το δυναμικό λειτουργίας, ισχύς, η ηλεκτρική και η ολική απόδοση της κυψέλης (ως προς την LHV), για πυκνότητα ρεύματος i.

Δίνονται:

ωμική υπέρταση:

 YSZ: Αi = 2,9 10-6 [Ωm] βi = -10350 K

 Ni/YSZ: Αi = 3,0 10-6 [Ωm] βi = +1392 K

 LSM/YSZ: Αi = 8,1 10-6 [Ωm] βi = -600 K

LaCrO3: Αi = 1256 10-6 [Ωm] βi = -4690 K

υπέρταση ενεργοποίησης: άνοδος: D = 2,130 108 A/m2 m = 0,25 E = 110.000 J/mol

κάθοδος: D = 1,489 1011 A/m2 m = 0,25 E = 160.000 J/mol

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

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** | 750 | 760 | 770 | 780 | 790 | 800 | 810 | 820 | 830 | 840 | **oC** |
| **Fan** | 1,75 | 1,65 | 1,55 | 1,45 | 1,35 | 1,25 | 1,15 | 1,05 | 0,95 | 0,85 | **lt/s** |
| **Fcath** | 2,75 | 2,65 | 2,55 | 2,45 | 2,35 | 2,25 | 2,15 | 2,05 | 1,95 | 1,85 | **lt/s** |
| **H** | 94,0 | 94,2 | 94,4 | 94,6 | 94,8 | 95 | 95,2 | 95,4 | 95,6 | 95,8 | **%** |
| **i** | 0,50 | 0,51 | 0,52 | 0,53 | 0,54 | 0,55 | 0,56 | 0,57 | 0,58 | 0,59 | **A/cm2** |
| **πάχος YSZ** | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | **μm** |
| **πάχος Ni/YSZ** | 90 | 92 | 94 | 96 | 98 | 100 | 102 | 104 | 106 | 108 | **μm** |
| **πάχος LSM YSZ** | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | **μm** |
| **πάχος LCO** | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 | 48 | 51 | 54 | 57 | **μm** |

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΥΣΗΣ**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Εο** |  | **V** |  | **ρLSMYSZ** |  | **Ωm** |
| **YH2,in** |  |  |  | **ρLCO** |  | **Ωm** |
| **YH2O,in** |  |  |  | **RYSZ** |  | **Ωm** |
| **YO2,in** |  |  |  | **RNI/YSZ** |  | **Ω** |
| **FH2,in** |  | **mol/min** |  | **RLSMYSZ** |  | **Ω** |
| **FH2O,in** |  | **mol/min** |  | **RLCO** |  | **Ω** |
| **FO2,in** |  | **mol/min** |  | **Rtotal** |  | **Ω** |
| **rH2** |  | **mol/min** |  | **ηΩ** |  | **V** |
| **rO2** |  | **mol/min** |  | **Ract,an** |  | **Ωm2** |
| **FH2,out** |  | **mol/min** |  | **Ract,cath** |  | **Ωm2** |
| **FH2O,out** |  | **mol/min** |  | **ηact,an** |  | **V** |
| **FO2,out** |  | **mol/min** |  | **ηact,cath** |  | **V** |
| **YH2,out** |  |  |  | **ηtotal** |  | **V** |
| **YO2,out** |  |  |  | **Voperation** |  | **V** |
| **YH2O,out** |  |  |  | **Power Dencity** |  | **kW/m2** |
| **YH2,ave** |  |  |  | **P** |  | **kW** |
| **YO2,ave** |  |  |  | **Uf,H2** |  | **%** |
| **YH2O,ave** |  |  |  | **Uf,O2** |  | **%** |
| **Erev** |  | **V** |  | **eff (LHV)** |  | **%** |
| **ρYSZ** |  | **Ωm** |  | **eff (LHV)** |  | **%** |
| **ρNI/YSZ** |  | **Ωm** |  |  |  |  |

**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 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |  |
| FH2,in | 4,406 | 4,163 | 3,919 | 3,674 | 3,428 | 3,181 | 2,933 | 2,683 | 2,433 | 2,181 | **mol/min** |
| FH2O,in | 0,281 | 0,256 | 0,233 | 0,210 | 0,188 | 0,167 | 0,148 | 0,129 | 0,112 | 0,096 | **mol/min** |
| FO2,in | 7,366 | 7,098 | 6,830 | 6,563 | 6,295 | 6,027 | 5,759 | 5,491 | 5,223 | 4,955 | **mol/min** |
| rH2 | 3,109 | 3,013 | 2,910 | 2,802 | 2,686 | 2,565 | 2,438 | 2,304 | 2,164 | 2,018 | **mol/min** |
| rO2 | 1,555 | 1,506 | 1,455 | 1,401 | 1,343 | 1,283 | 1,219 | 1,152 | 1,082 | 1,009 | **mol/min** |
| FH2,out | 1,297 | 1,150 | 1,009 | 0,873 | 0,742 | 0,616 | 0,495 | 0,379 | 0,269 | 0,163 | **mol/min** |
| FH2O,out | 3,391 | 3,269 | 3,143 | 3,011 | 2,874 | 2,733 | 2,586 | 2,433 | 2,276 | 2,114 | **mol/min** |
| FO2,out | 5,811 | 5,592 | 5,375 | 5,162 | 4,951 | 4,744 | 4,540 | 4,339 | 4,141 | 3,946 | **mol/min** |
| YH2,out | 0,277 | 0,260 | 0,243 | 0,225 | 0,205 | 0,184 | 0,161 | 0,135 | 0,106 | 0,072 |  |
| YO2,out | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |  |
| YH2O,out | 0,723 | 0,740 | 0,757 | 0,775 | 0,795 | 0,816 | 0,839 | 0,865 | 0,894 | 0,928 |  |
| YH2,ave | 0,608 | 0,601 | 0,594 | 0,585 | 0,577 | 0,567 | 0,556 | 0,544 | 0,531 | 0,515 |  |
| YO2,ave | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |  |
| YH2O,ave | 0,392 | 0,399 | 0,406 | 0,415 | 0,423 | 0,433 | 0,444 | 0,456 | 0,469 | 0,485 |  |
| Erev | 1,204 | 1,203 | 1,202 | 1,200 | 1,199 | 1,197 | 1,195 | 1,193 | 1,190 | 1,187 | **V** |
| ρYSZ | 7,2E-02 | 6,5E-02 | 5,9E-02 | 5,4E-02 | 4,9E-02 | 4,5E-02 | 4,1E-02 | 3,8E-02 | 3,4E-02 | 3,2E-02 | **Ωm** |
| ρNI/YSZ | 7,7E-07 | 7,8E-07 | 7,9E-07 | 8,0E-07 | 8,1E-07 | 8,2E-07 | 8,3E-07 | 8,4E-07 | 8,5E-07 | 8,6E-07 | **Ωm** |
| ρLSMYSZ | 1,5E-05 | 1,4E-05 | 1,4E-05 | 1,4E-05 | 1,4E-05 | 1,4E-05 | 1,4E-05 | 1,4E-05 | 1,4E-05 | 1,4E-05 | **Ωm** |
| ρLCO | 1,2E-01 | 1,2E-01 | 1,1E-01 | 1,1E-01 | 1,0E-01 | 9,9E-02 | 9,5E-02 | 9,2E-02 | 8,8E-02 | 8,5E-02 | **Ωm** |
| RYSZ | 3,6E-07 | 3,8E-07 | 3,9E-07 | 4,1E-07 | 4,3E-07 | 4,5E-07 | 4,7E-07 | 4,9E-07 | 5,2E-07 | 5,5E-07 | **Ωm** |
| RNI/YSZ | 3,5E-11 | 3,8E-11 | 4,1E-11 | 4,5E-11 | 5,0E-11 | 5,5E-11 | 6,0E-11 | 6,7E-11 | 7,5E-11 | 8,4E-11 | **Ω** |
| RLSMYSZ | 1,5E-10 | 1,7E-10 | 1,9E-10 | 2,2E-10 | 2,5E-10 | 2,8E-10 | 3,2E-10 | 3,7E-10 | 4,2E-10 | 4,8E-10 | **Ω** |
| RLCO | 1,8E-06 | 2,0E-06 | 2,3E-06 | 2,5E-06 | 2,7E-06 | 3,0E-06 | 3,3E-06 | 3,6E-06 | 4,0E-06 | 4,4E-06 | **Ω** |
| Rtotal | 2,2E-06 | 2,4E-06 | 2,6E-06 | 2,9E-06 | 3,1E-06 | 3,4E-06 | 3,7E-06 | 4,1E-06 | 4,5E-06 | 4,9E-06 | **Ω** |
| ηΩ | 0,022 | 0,023 | 0,025 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,029 | 0,030 | 0,031 | 0,032 | **V** |
| Ract,an | 9,7E-05 | 8,7E-05 | 7,8E-05 | 7,0E-05 | 6,3E-05 | 5,7E-05 | 5,1E-05 | 4,7E-05 | 4,2E-05 | 3,9E-05 | **Ωm2** |
| Ract,cath | 2,2E-05 | 1,8E-05 | 1,6E-05 | 1,3E-05 | 1,1E-05 | 9,6E-06 | 8,2E-06 | 7,0E-06 | 6,0E-06 | 5,2E-06 | **Ωm2** |
| ηact,an | 0,485 | 0,442 | 0,404 | 0,369 | 0,339 | 0,312 | 0,287 | 0,265 | 0,246 | 0,228 | **V** |
| ηact,cath | 0,109 | 0,094 | 0,081 | 0,070 | 0,061 | 0,053 | 0,046 | 0,040 | 0,035 | 0,031 | **V** |
| ηtotal | 0,616 | 0,559 | 0,509 | 0,465 | 0,427 | 0,392 | 0,362 | 0,335 | 0,312 | 0,291 | **V** |
| Voperation | 0,588 | 0,644 | 0,692 | 0,735 | 0,772 | 0,805 | 0,833 | 0,858 | 0,879 | 0,897 | **V** |
| Power Dencity | 2,939 | 3,282 | 3,600 | 3,895 | 4,169 | 4,425 | 4,664 | 4,888 | 5,096 | 5,290 | **kW/m2** |
| P | 5,877 | 6,236 | 6,480 | 6,621 | 6,671 | 6,638 | 6,530 | 6,354 | 6,116 | 5,819 | **kW** |
| Uf,H2 | 70,566 | 72,369 | 74,257 | 76,248 | 78,367 | 80,646 | 83,127 | 85,870 | 88,959 | 92,517 | **%** |
| Uf,O2 | 21,106 | 21,223 | 21,304 | 21,345 | 21,339 | 21,282 | 21,165 | 20,980 | 20,716 | 20,361 | **%** |
| eff (LHV) | 46,897 | 51,353 | 55,242 | 58,640 | 61,610 | 64,204 | 66,466 | 68,428 | 70,116 | 71,546 | **%** |
| eff (LHV) | 33,093 | 37,164 | 41,021 | 44,712 | 48,282 | 51,778 | 55,251 | 58,760 | 62,375 | 66,193 | **%** |