

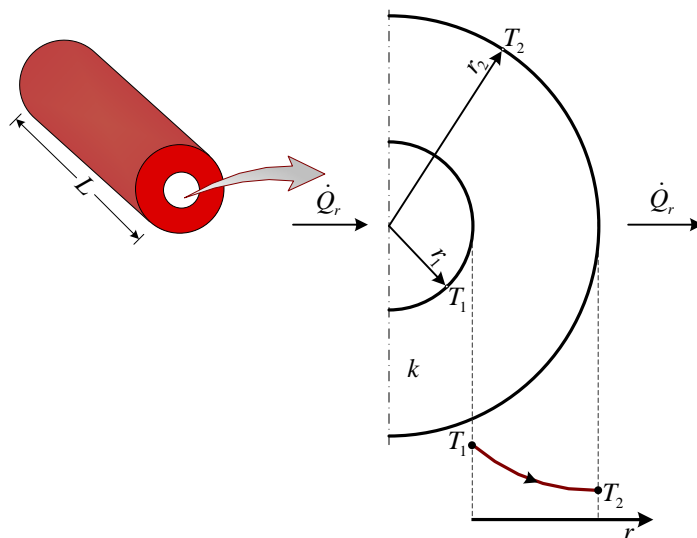
2<sup>η</sup> ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ  
ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ  
ΑΚΤΙΝΙΚΑ ΣΕ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΟ ΤΟΙΧΩΜΑ

Σκοπός της άσκησης

Ο προσδιορισμός της θερμοκρασιακής διανομής, μονοδιάστατης, μόνιμης ροής θερμότητας με αγωγιμότητα, σε κυλινδρικές συντεταγμένες και ο πειραματικός υπολογισμός του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας υλικού.

A. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Σε κοίλο κύλινδρο, με θερμοκρασία εσωτερικής επιφάνειας υψηλότερη αυτής της περιφέρειας του κυλίνδρου, παρουσιάζεται ακτινική ροή θερμότητας προς την περιφέρεια του κυλίνδρου.



Σχήμα 1: Θερμικό κύκλωμα κοίλου κυλινδρικού τοιχώματος

Ο κοίλος κύλινδρος, μπορεί να θεωρηθεί, ότι αποτελείται από σειρά ομόκεντρων φλοιών, ιδίου υλικού, σε επαφή μεταξύ τους. Κάθε κυλινδρικός φλοιός έχει διαφορετική επιφάνεια, προοδευτικά αυξανόμενη προς τη ροή θερμότητας.

Ως εκ τούτου, υπό την προϋπόθεση, ότι η παραγωγή θερμότητας στο κέντρο του κυλίνδρου είναι σταθερή, η ροή θερμότητας ανά μονάδα επιφάνειας μειώνεται όσο προχωρά κανείς προς την περιφέρεια.

Για στοιχειώδες τμήμα  $dr$ , σε ακτίνα  $r$  και μήκος  $L$ , η επιφάνεια είναι  $2\pi rL$  και η εξίσωση *Fourier* λαμβάνει τη μορφή:

$$\dot{Q} = -k(2\pi rL) \frac{dT}{dr} \quad (1)$$

Ολοκληρώνοντας την παραπάνω σχέση, με όρια ολοκλήρωσης την εσωτερική και εξωτερική ακτίνα  $r_1, r_2$ , αντίστοιχα, προκύπτει ότι:

$$\dot{Q} = \frac{2k\pi L(T_1 - T_2)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \quad (2)$$

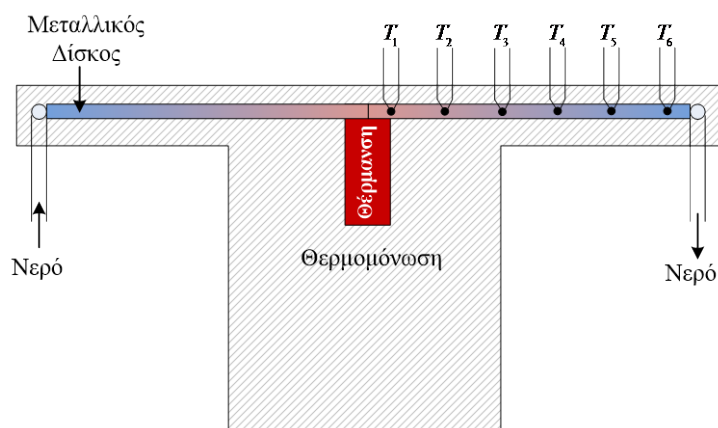
## Β. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 1. Περιγραφή πειραματικής διάταξης:

Η μονάδα είναι κατάλληλα κατασκευασμένη για τη διερεύνηση των βασικών Νόμων της μονοδιάστατης ακτινικής μετάδοσης θερμότητας με αγωγιμότητα διαμέσου ενός κυλινδρικού στερεού.

Το δοκίμιο αποτελείται από ένα μονωμένο μπρούτζινο κυλινδρικό στερεό ( $\varnothing 110\text{mm} \times 3.2\text{mm}$  πάχος), με ηλεκτρικό θερμαντήρα ( $\varnothing 14$ ) στο κέντρο του. Ο μεταλλικός δίσκος ψύχεται περιφερειακά με νερό, με τη βοήθεια κρυστάτη. Η μέγιστη ισχύς του θερμαντήρα είναι  $100\text{W}@240\text{V}$ .

Έξι σταθερά θερμοζεύγη  $T_1 - T_6$  είναι τοποθετημένα, κατά αυξανόμενη ακτίνα από το κέντρο του δίσκου προς την περιφέρειά του, για την καταγραφή της θερμοκρασιακής διανομής.



**Σχήμα 2:** Σχηματική απεικόνιση της πειραματικής διάταξης

### 2. Διαδικασία Λήψης Μετρήσεων

Θέστε σε λειτουργία τον κρυστάτη και αφού βεβαιωθείτε ότι υπάρχει ροή ύδατος ρυθμίστε την τάση του θερμαντικού σώματος στα  $100\text{V}$ .

Παρακολουθείτε τις τιμές των θερμοκρασιών  $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$  και καταγράψτε στον Πίνακα Μετρήσεων τις τιμές τους, όταν σταθεροποιηθούν. Σημειώστε επίσης, τις τιμές της τάσης και έντασης του ρεύματος.

Αυξήστε την τάση στο θερμαντικό σώμα κατά  $\sim 35\text{V}$  και καταγράψτε στον Πίνακα Μετρήσεων τις ίδιες σταθεροποιημένες τιμές, όπως παραπάνω.

Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για άλλη μία φορά.

**Προσοχή:** Η μέγιστη θερμοκρασία ασφαλείας  $T_1$  να μην ξεπεράσει τους  $100^\circ\text{C}$ .

Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία, μειώστε την τάση στα  $0\text{V}$  και αφού ψυχθεί το δοκίμιο, απενεργοποιήστε τον κρυστάτη.



**Σχήμα 3:** Φωτογραφική απεικόνιση της πειραματικής συσκευής H102B, P. A. Hilton Ltd

### 3. Φύλλο Μετρήσεων & Υπολογισμών

Να συμπληρωθεί ο Πίνακας Μετρήσεων.

#### ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Μέτρηση A/A	$T_1$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_2$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_3$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_4$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_5$ ( $^\circ\text{C}$ )	$T_6$ ( $^\circ\text{C}$ )	$V$ (Volt)	$I$ (Amp)
1								
2								
3								
<b>Ακτίνα (m)</b>	0.007	0.010	0.020	0.030	0.040	0.050	-	-

#### Δεδομένα:

- ❖ Διάμετρος δοκιμίου:  $110\text{mm}$
- ❖ Μήκος δοκιμίου:  $L=3.2\text{mm}$

**Γ. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

1. Να υπολογισθεί η ροή θερμότητας για κάθε μέτρηση.
2. Να παρασταθεί γραφικά η θερμοκρασιακή διανομή  $T=f(r)$  εντός του τοιχώματος για όλα τα μεγέθη ροής θερμότητας, στο ίδιο σύστημα αξόνων.
3. Να προσδιορισθεί ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του μεταλλικού δίσκου αλγεβρικά και να συμπληρωθεί, κατάλληλα, ο ακόλουθος Πίνακας Υπολογισμών.

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ**

Μέτρηση Α/Α	$\dot{Q}$ (W)	$k_{1-6}$ (W/mK)
1		
2		
3		

4. Να προσδιορισθεί ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του μεταλλικού δίσκου, για όλα τα μεγέθη ροής θερμότητας, από την κλίση των διαγραμμάτων  $T_1-T_{i+1}=f(\ln r_{i+1}/r_1)$ .
5. Να σχολιασθούν οι προκύπτουσες τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας. Που μπορεί να οφείλονται οι διαφορές μεταξύ θεωρητικών και πειραματικών τιμών;