



Τ.Ε.Ι. ΑΘΗΝΑΣ / Σ.Τ.Ε.Φ.

ΤΜΗΜΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

Οδός Αγ.Σπυρίδωνος,12210 Αιγάλεω,Αθήνα

ΡΟΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΜΕ ΑΓΩΓΗ ΔΙΑΜΕΣΟΥ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ

1.Περιγραφή του διαθέσιμου εξοπλισμού

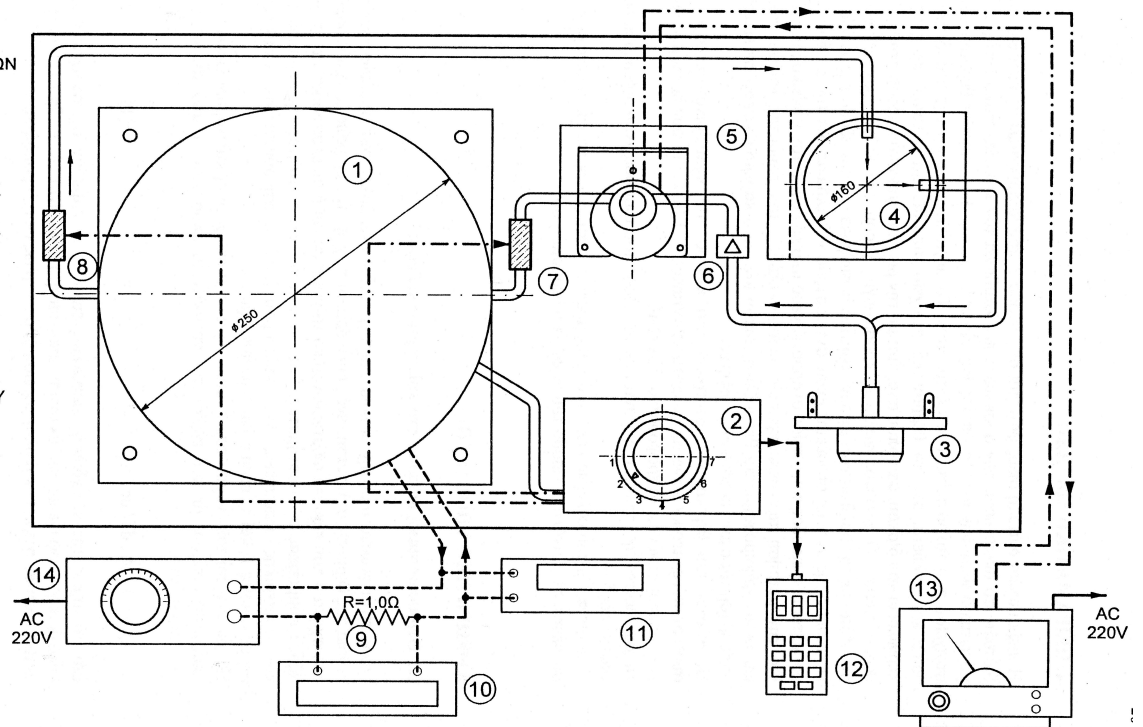
Για τις ανάγκες της άσκησης αντί ενός πλήρους μεταλλικού κυλινδρικού κελύφους, διατίθεται μία λεπτή κυλινδρική τομή, κάθετη στον άξονα του κυλίνδρου σε μορφή κυκλικού δίσκου. Στο κέντρο συμμετρίας του δίσκου τοποθετείται θερμαντικό στοιχείο και στην περιφέρειά του κατάλληλη διάταξη απαγωγής θερμότητας από χάλκινο σωλήνα κυκλοφορίας ρεύματος νερού στην περιφέρεια του κυκλικού δίσκου. Ο δίσκος είναι κατάλληλα μονωμένος τόσο στην περιφέρειά του, όσο κυρίως σε ολη την έκταση των παράπλευρων επιφανειών του από το περιβάλλον όπως φαίνεται στο σχήμα 2, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι θερμικές του απώλειες, με αποτέλεσμα το θερμοκρασιακό πεδίο που αναπτύσσεται να είναι δυνατόν κατά προσέγγιση να θεωρηθεί ακτινικό. Σε ακτίνες 2.0, 3.5, 5.0, 6.5 και 8.0 cm από το κέντρο συμμετρίας του δίσκου προσκολλώνται θερμοζευγη τύπου «Κ» όπως φαίνεται στο σχήμα 1 που με την βοήθεια πολυκαναλικού μεταγωγέα (μεταγωγικός διακόπτης θερμοζευγών) επιτρέπουν την μέτρηση θερμοκρασίας στις δεδομένες θέσεις με την βοήθεια ψηφιακού θερμομέτρου.

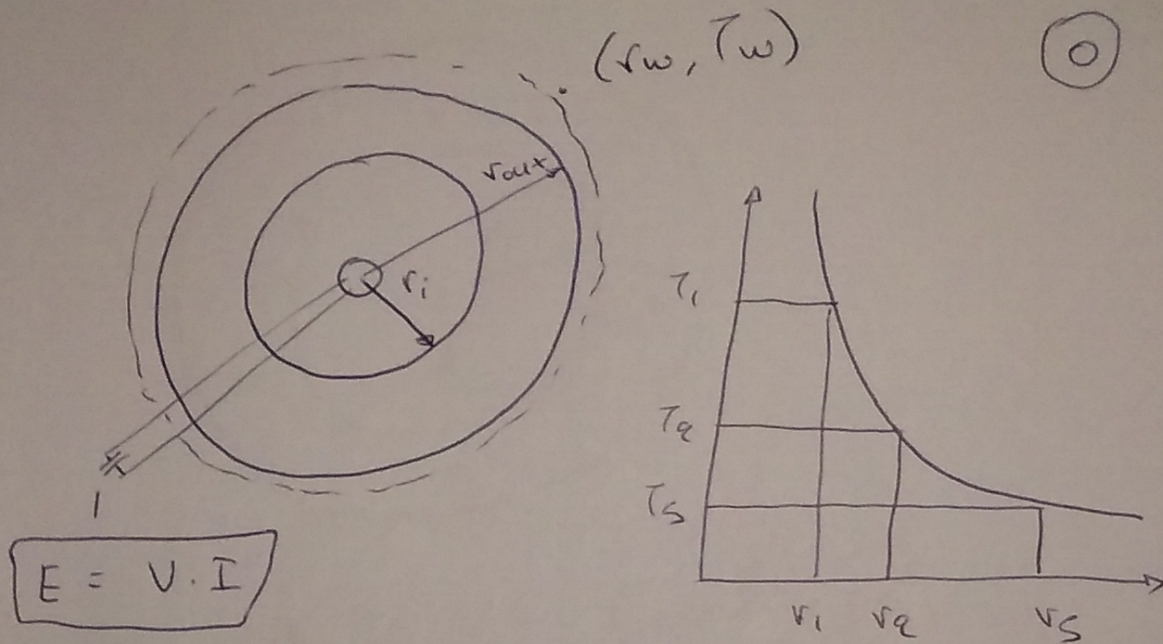
Η πειραματική διάταξη διασύνδεσης των συσκευών όπως φαίνεται στο σχήμα 3 περιλαμβάνει τον κυκλικό δίσκο μέσα στο μονωτικό του κελύφος που θερμαίνεται με την βοήθεια του θερμαντικού στοιχείου που τοποθετείται στο κέντρο του. Το μεγαλύτερο ποσό της παραγόμενης θερμότητας Joule μεταδίδεται ακτινικά προς την περιφέρεια του δίσκου, από όπου απάγεται με την ροή του ψυκτικού μέσου. Ο χάλκινος σωλήνας προσαγωγής νερού στο κυλινδρικό κελύφος συνδέεται με την βοήθεια ευκάμπτων πλαστικών σωλήνων με την έξοδο της αντλίας. Η είσοδος της αντλίας συνδέεται μέσω αντεπίστροφης βαλβίδας με την έξοδο του ροομέτρου, η είσοδος του οποίου αναρροφά νερό από το δοχείο του ψυκτικού νερού. Για την μέτρηση των θερμοκρασιών εισόδου-εξόδου του ρεύματος ψύξεως του κελύφους χρησιμοποιούνται θερμοζευγη τύπου «Κ» που παρεμβάλλονται σε ειδικά παρεμβάσματα στους ελαστικούς σωλήνες.

Οι αγωγοί του θερμαντικού στοιχείου στο κέντρο του κυλινδρικού κελύφους συνδέονται εξωτερικά μέσω τής μετρητικής αντίστασης 1.00Ω και των βολτομέτρων και αμπερομέτρων με το τροφοδοτικό VARIAC. Οι ακροδέκτες της αντλίας συνδέονται με την έξοδο του τροφοδοτικού ρυθμιζόμενης τάσεως εξόδου.

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

1. ΜΟΝΩΤΙΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ
2. ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΩΝ
3. ΡΟΟΜΕΤΡΟ
4. ΔΟΧΕΙΟ ΝΕΡΟΥ
5. ΑΝΤΛΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ
6. ΑΝΤΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΒΑΛΒΙΔΑ
7. ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ
8. ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΞΟΔΟΥ
9. ΜΕΤΡΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ
10. ΨΗΦΙΑΚΟ ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ
11. ΨΗΦΙΑΚΟ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ
12. ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΑΝΤΛΙΑΣ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΗΣ ΤΑΣΗΣ
13. ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ





$$T_w = \frac{T_{wi} + T_{wo}}{2}, \quad \dot{m}_w = \rho_w \cdot \dot{V}_w$$

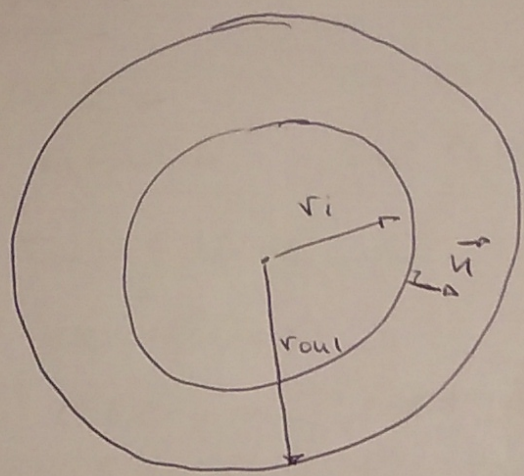
$$Q_{in} = Q_{out} \text{ (Θερμότητα)}$$

$$Q_{in} = \dot{Q}_{in} = V \cdot I \rightarrow \boxed{\Delta E H}$$

$$Q_{out} = Q_{CND} = \dot{Q}_w \rightarrow \text{Ανάγκη θέρμανσης νερού.}$$

$$\dot{Q}_w = \dot{m}_w (c_p (T_{wo} - T_{wi}))$$

$$\boxed{Q_{CND} = \frac{Q_{in} + Q_{out}}{2}} \rightarrow \text{Μέση τιμή.}$$



$$Q_{cond} = -k A_s \cdot \frac{dT}{dx} \quad (\text{μνοήματα})$$

Για να πάρω αυθαίρετη μεταβολή θερμοκρασίας με μοναδική κατάσταση:

$$Q_{cond} = -k A_s \cdot \frac{dT}{dn} \quad \left. \begin{array}{l} \\ A_s = A_s(r) = 2\pi r L \end{array} \right\} \rightarrow Q_{cond} = -k 2\pi r L \frac{dT}{dr}$$

$$\rightarrow Q_{cond} \cdot \frac{dr}{r} = -k 2\pi L dT \rightarrow$$

$$Q_{cond} \int_{r_i}^{r_o} \frac{dr}{r} = -k 2\pi L (T_o - T_i) \rightarrow$$

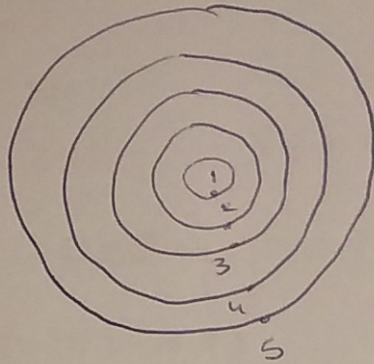
$$Q_{cond} \cdot \ln \frac{r_o}{r_i} = -k 2\pi L (T_o - T_i) \rightarrow$$

$$T_i = T_o + \frac{Q_{cond} \cdot \ln \frac{r_o}{r_i}}{2\pi k L}$$

↓
↓
—————

εσωτερική
εξωτερική
2πkL

2



Διαθυσία

$$T_w = \frac{T_{w1} + T_{w0}}{2}$$

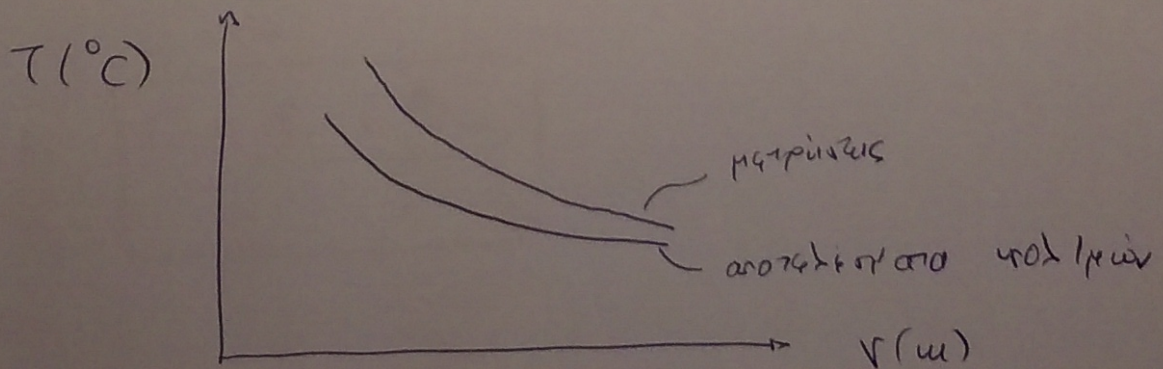
$$T_s = T_w + \frac{Q_{CND}}{2\pi r_n L} \ln\left(\frac{r_w}{r_s}\right)$$

$$T_u = T_s + \frac{Q_{CND}}{2\pi r_n L} \ln\left(\frac{r_s}{r_u}\right)$$

⋮

$$T_i = T_q + \frac{Q_{CND}}{2\pi r_n L} \ln\left(\frac{r_q}{r_i}\right)$$

Υάρου μαγνητών θερμότητας & υστέρηση



Δεδομένα

(3)

$$r_1 = 0,09 \text{ m}$$

$$r_3 = 0,05 \text{ m}$$

$$r_5 = 0,08 \text{ m}$$

$$r_2 = 0,035 \text{ m}$$

$$r_4 = 0,065 \text{ m}$$

$$r_6 = r_w = 0,10 \text{ m}$$

$$k = 100 \text{ W/(mK)}$$

$$L = 0,003 \text{ m} = \text{πάχος διαμεν}$$

$$\rho_w = 994 \text{ kg/m}^3$$

$$c_w = 4170 \text{ J/(kgK)}$$

• Η θερμοκρασία ως εσωτερικές επιφάνειες είναι σταθερή.

$$T(r_6) = T(r_w) = T_w = \frac{T_{wi} + T_{wo}}{2}$$

• Υποτιμή ισχύος νερού

$$Q_w = \rho_w \dot{V} \cdot c_w \cdot (T_{wo} - T_{wi})$$

$$\dot{V} = 0,6 \frac{\text{lt}}{\text{min}}, \quad P_{el} = I \cdot V$$

$$Q = \frac{P_{el} + Q_w}{2}$$