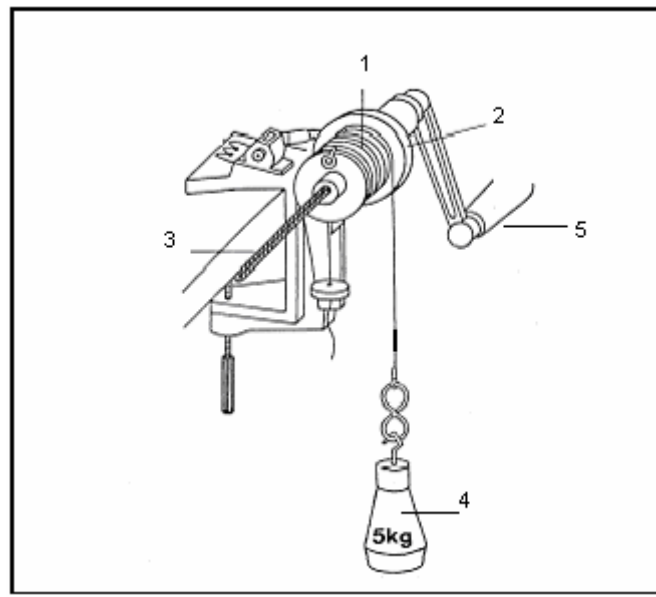


ΠΕΙΡΑΜΑ 11

ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

3.11.1 Σκοπός του πειράματος

Σκοπός της πειραματικής εργασίας είναι ο προσδιορισμός του μηχανικού ισοδύναμου της θερμότητας με δεδομένη την θερμοχωρητικότητα διαφόρων θερμιδομέτρων π.χ. του χαλκού, του αλουμινίου κ.α. (Ohanian § 20.1, Serway § 20.1)



Σχήμα 1

3.11.2 Στοιχεία από τη Θεωρία

Η δύναμη της τριβής, F_R που αναπτύσσεται κατά τη περιστροφή ενός κυλινδρικού θερμιδομέτρου πάνω στο ακίνητο νήμα αυξάνει την εσωτερική ενέργεια του (παράγει θερμότητα). Η δύναμη F_R είναι ίση με το βάρος της αναρτημένης μάζας στο άκρο του νήματος. Για αυτό τον λόγο ο στρόφαλος πρέπει να περιστρέφεται με τέτοιο ρυθμό ώστε η αναρτημένη μάζα να παραμένει ακίνητη σε ένα σημείο. Το έργο της τριβής κατά μια πλήρη περιστροφή του θερμιδομέτρου δίνεται από τη σχέση:

$$W = 2 \pi r F_R \quad (1)$$

W : μηχανικό έργο

F_R : δύναμη της τριβής

r : ακτίνα του θερμιδομέτρου

Το έργο για περισσότερες από μια περιστροφές δίνεται:

$$W = n \cdot 2 \pi r \cdot F_R \quad (2)$$

Όπου, n , είναι ο αριθμός περιστροφών.

Το έργο αυτό μετατρέπεται σε θερμότητα* αυξάνοντας τη θερμοκρασία του θερμιδόμετρου κατά $\Delta\Theta$ λόγω της τριβής.

$$Q = C_{tot} \cdot \Delta\Theta$$
$$C_{tot} = C_{CAL} + C_{N\eta\mu\alpha} + C_{\Theta\epsilon\rho\mu} \quad (3)$$

C_{total} : θερμοχωρητικότητα των θερμαινόμενων τμημάτων

C_{CAL} : θερμοχωρητικότητα μεταλλικού θερμιδομέτρου

$C_{νήμα}$: θερμοχωρητικότητα νήματος. Αμελητέα

$C_{θερμ}$: θερμοχωρητικότητα θερμομέτρου. Αμελητέα

$C_{Cu} = 264 \text{ J/}^{\circ}\text{K}$

$C_{Al} = 188 \text{ J/}^{\circ}\text{K}$

Ως μηχανικό ισοδύναμο ορίζεται ως το πηλίκο του μηχανικού έργου δια της ποσότητας της θερμότητας που παράγεται και δίνεται:

$$G = \frac{W}{Q} \quad (4)$$

***Σημ:** Ουσιαστικά πρόκειται για αύξηση της εσωτερικής ενέργειας. Η θερμότητα που αναφέρεται πιο πάνω είναι η θερμότητα για την ίδια αύξηση της εσωτερικής ενέργειας.

3.11.3 Αρχή λειτουργίας του πειράματος

Σε αυτό το πείραμα ένα νήμα τυλίγεται πάνω σε ένα μεταλλικό θερμιδόμετρο. Λόγω τριβής του νήματος με το σώμα προκαλείται αύξηση της θερμοκρασίας του η οποία μετρείται με ένα θερμόμετρο κατάλληλα τοποθετημένο. Το μηχανικό ανάλογο τη θερμότητας προσδιορίζεται από το μηχανικό έργο

και από την αύξηση της εσωτερικής ενέργειας η οποία εκφράζεται με την αύξηση της θερμοκρασίας για κάθε θερμιδόμετρο. Θερμότητα είναι η μεταφορά ενέργειας από ένα σημείο σε ένα άλλο όταν έχουν διαφορετική θερμοκρασία. Σε αντιστοιχία το έργο ορίζεται ως η μεταφερόμενη ενέργεια από ένα σώμα σ' ένα άλλο. Επίσης, όταν είναι γνωστό το μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας μπορεί να προσδιοριστεί η θερμοχωρητικότητα του θερμιδομέτρου.

3.11.4 Πειραματική διαδικασία

- Να τοποθετήσετε το θερμιδόμετρο χαλκού, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.
- Να τυλίξετε το νήμα γύρω από τον μεταλλικό κύλινδρο του θερμιδομέτρου 3 – 4 φορές .

ΠΡΟΣΟΧΗ: Το σχοινί να μην εφάπτεται πάνω στην περιτύλιξη της αντίστασης

- Στο ένα άκρο να αναρτήσετε ένα βαρίδιο μάζας 5 Kg.
- Να τοποθετήσετε ένα θερμόμετρο στην ειδική οπή που υπάρχει στο πλευρό του κυλίνδρου . Μέσα στην οπή υπάρχει αγωγήμη πάστα.
- Μετρήστε τη θερμοκρασία του κυλίνδρου πριν ξεκινήσετε την περιστροφή του.
- Στη συνέχεια ξεκινήστε να περιστρέφετε με σταθερή γωνιακή ταχύτητα (με σταθερό ρυθμό) το στρόφαλο. Το βάρος θα πρέπει να ανασηκωθεί από το πάτωμα και να αιωρείται σε σταθερή θέση. Αν κατά την περιστροφή του στροφάλου το βάρος μετακινείται προς τα κάτω, αυξήστε τον αριθμό των περιτυλίξεων ή/και περιστρέψτε τον στρόφαλο πιο γρήγορα. Αν αντίθετα το βάρος μετακινείται προς τα πάνω ελαττώστε τον αριθμό των περιτυλίξεων ή/και περιστρέψτε τον στρόφαλο πιο αργά.

ΠΡΟΣΟΧΗ Διατηρείται το νήμα καθαρό.

- Κρατάτε την ελεύθερη άκρη του νήματος χωρίς να την τεντώνετε .
- Κατά την διάρκεια της περιστροφής να καταγράφετε την **θερμοκρασία** και τον **αριθμό των στροφών** κάθε ένα λεπτό . Να πάρετε μετρήσεις για 10 λεπτά. Αν δεν είναι εφικτό να παίρνετε μετρήσεις κατά την διάρκεια της περιστροφής, να διακόπτετε την περιστροφή ανά λεπτό, να καταγράφετε τις μετρήσεις της θερμοκρασίας και των στροφών και να επαναλάβετε την διαδικασία αυτή 10 περίπου φορές.
- Να επαναλάβετε την πιο πάνω διαδικασία για δυο άλλα θερμιδόμετρα που αποτελούνται από διαφορετικό υλικό.

Επεξεργασία των αποτελεσμάτων – Ερωτήσεις:

1. Να κατασκευάσετε την γραφική παράσταση θερμοκρασίας- χρόνου για τα δυο πρώτα θερμιδόμετρα.
2. Να προσδιορίσετε το μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικά θερμιδόμετρα. Να συγκρίνετε τη μέση τιμή με αυτή της βιβλιογραφίας. Να εξηγήσετε τυχούσες διαφορές ή τυχούσες συμπτώσεις των αποτελεσμάτων σας.
3. Να προσδιορίσετε την θερμοχωρητικότητα ενός τρίτου θερμιδομέτρου που έχετε στην διάθεση σας, χρησιμοποιώντας την τιμή που βρήκατε στο προηγούμενο ερώτημα.

Σημ: Πριν αρχίσει η εκτέλεση του πειράματος οι κύλινδροι πρέπει να σκουπιστούν με ένα στεγνό ρούχο για να απομακρυνθεί η σκόνη.