

Φυσική Γενικής Παιδείας Β' Λυκείου
Φαινόμενο Joule - Νόμος Joule

1. Σκοπός Άσκησης

- Η ενέργεια του ηλ. ρεύματος, πάνω στον αντιστάτη μετατρέπεται σε Θερμότητα.
- Η θερμότητα που αποβάλλει ο αντιστάτης, εξαρτάται από τον χρόνο και την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει.

2. Υλοποίηση

- Όργανα:
 - ✓ Θερμιδόμετρο
 - ✓ Τροφοδοτικό συνεχούς τάσης - Αμπερόμετρο / πολύμετρο
 - ✓ Θερμόμετρο
- Επειδή η περιοχή μετρήσεων της μεταβολής της θερμοκρασίας είναι σχετικά μικρή ($\Delta\theta \approx 5-10^\circ$) το πείραμα γίνεται ακριβέστερο με την χρήση ψηφιακού θερμομέτρου. Τέτοιο υπάρχει στην συσκευή «Μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας».
- Κατά την τοποθέτηση του θερμομέτρου στο θερμιδόμετρο προσέχουμε να μην ακουμπάει στον αντιστάτη. Επίσης κατά την λήψη των μετρήσεων της θερμοκρασίας χρησιμοποιούμε τον αναδευτήρα, ώστε η θερμοκρασία να είναι ομοιόμορφη σε όλη την έκταση του υγρού.

3. Θεωρία

- Η θερμότητα Q που απορροφάει ένα υλικό μάζας m και ειδικής θερμότητας c , μεταβάλλει την θερμοκρασία του κατά $\Delta\theta$ σύμφωνα με την εξίσωση:
$$Q = m.c.\Delta\theta.$$
- Η ειδική θερμότητα c ενός υλικού εξαρτάται από την θερμοκρασία (και την πίεση) αλλά αν οι μεταβολές των μεγεθών αυτών είναι μικρές (π.χ. στα πλαίσια του πειράματος μας), μπορεί να θεωρηθεί σταθερή.
- Ένας αντιστάτης που διαρρέεται από ηλ. ρεύμα I θερμαίνεται (φαινόμενο Joule). Όταν έρθει σε θερμική ισορροπία, η ηλ. αντίσταση του R παραμένει σταθερή, ενώ όλη η θερμότητα που αναπτύσσεται πάνω του αποβάλλεται στο περιβάλλον:

$$Q = I^2.R.\Delta t$$

- Η θερμότητα που απορροφάει το σύστημα του θερμιδόμετρου είναι:

$$Q = K.\Delta\theta + m.c.\Delta\theta$$

όπου K η θερμοχωρητικότητα του θερμιδόμετρου, m & c η μάζα και η ειδική θερμότητα του υγρού (π.χ. νερό).

4. Εκτέλεση

- Το θερμιδόμετρο που χρησιμοποιήσαμε έχει θερμοχωρητικότητα $K = 335 \text{ J}/^\circ\text{C}$. και αντίσταση $R = 4\Omega$. Το νερό έχει ειδική θερμότητα $4186 \text{ J}/\text{kg}.\text{ }^\circ\text{C}$.
- Γεμίζουμε το θερμιδόμετρο με 400mL νερό ($m=0,4\text{kg}$).
- Συνδέουμε το θερμιδόμετρο με το αμπερόμετρο και την πηγή τάσης. Ρυθμίζουμε την τάση και περιμένουμε λίγο ώστε το ρεύμα να σταθεροποιηθεί και η ένδειξη του θερμομέτρου να αρχίσει να αυξάνεται με σταθερό ρυθμό. Τότε ο αντιστάτης του θερμιδόμετρου έχει έρθει σε θερμική ισορροπία και μπορούμε να αρχίσουμε να παίρνουμε μετρήσεις.
- Ενδεικτικά, μια ομάδα μετρήσεων που πήραμε είναι:

I (A)	Δt (sec)	θ_1 ($^\circ\text{C}$)	θ_2 ($^\circ\text{C}$)	$\Delta\theta$ ($^\circ\text{C}$)	$Q_R = I^2 \cdot R \cdot \Delta t$ (Joule)	$Q_\theta = (K + m \cdot c) \cdot \Delta\theta$ (Joule)
2	600	30	34,6	4,7	9600	9444
3	240	46	50	4,2	8640	8439

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ
ΤΑΞΗ.....

Φύλλο Εργασίας

Η θερμότητα που προσφέρει το ηλ. ρεύμα είναι $Q_R = I^2 \cdot R \cdot \Delta t$, ενώ η θερμότητα που απορροφάει το θερμιδόμετρο είναι: $Q_\theta = (K + m \cdot c) \cdot \Delta \theta$

Θεωρείστε ότι $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$, η πυκνότητα του νερού είναι $d_v = 1 \text{ gr/mL}$ και η ειδική θερμότητά του είναι $c \approx 4200 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$

1. Σημειώστε τις τιμές των παρακάτω μεγεθών:
Θερμοχωρητικότητα θερμιδομέτρου: $K = \dots\dots\dots \text{ J/}^\circ\text{C}$
Ηλεκτρική Αντίσταση θερμιδομέτρου: $R = \dots\dots\dots \Omega$
Μάζα νερού $m = d_v \cdot V = \dots\dots\dots \text{ kg}$
2. Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις της θερμοκρασίας πήρατε για χρονικό διάστημα 5-6 min, συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας μετρήσεων:

I (A)	Δt (min)	θ_1 ($^\circ\text{C}$)	θ_2 ($^\circ\text{C}$)	$\Delta\theta$ ($^\circ\text{C}$)

3. Σύμφωνα με τις προηγούμενες μετρήσεις:
 - Θερμότητα που απορρόφησε το σύστημα του θερμιδομέτρου:
 $Q_\theta =$
.....
.....
.....
 - Θερμότητα στον αντιστάτη (σύμφωνα με τον νόμο του Joule):
 $Q_R =$
.....
.....
.....
4. Επαναλάβετε τις μετρήσεις για διαφορετική τιμή του ρεύματος.

Πίνακας μετρήσεων:

I (A)	Δt (min)	θ_1 ($^\circ\text{C}$)	θ_2 ($^\circ\text{C}$)	$\Delta\theta$ ($^\circ\text{C}$)

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΤΑΞΗ.....

- Θερμότητα που απορρόφησε το σύστημα του θερμιδόμετρου:

$Q_{\theta} =$

.....
.....
.....

- Θερμότητα στον αντιστάτη (σύμφωνα με τον νόμο του Joule):

$Q_R =$

.....
.....
.....

5. Συγκρίνετε τα ποσά θερμότητας που υπολογίσατε στα προηγούμενα ερωτήματα.

.....
.....
.....
.....
.....