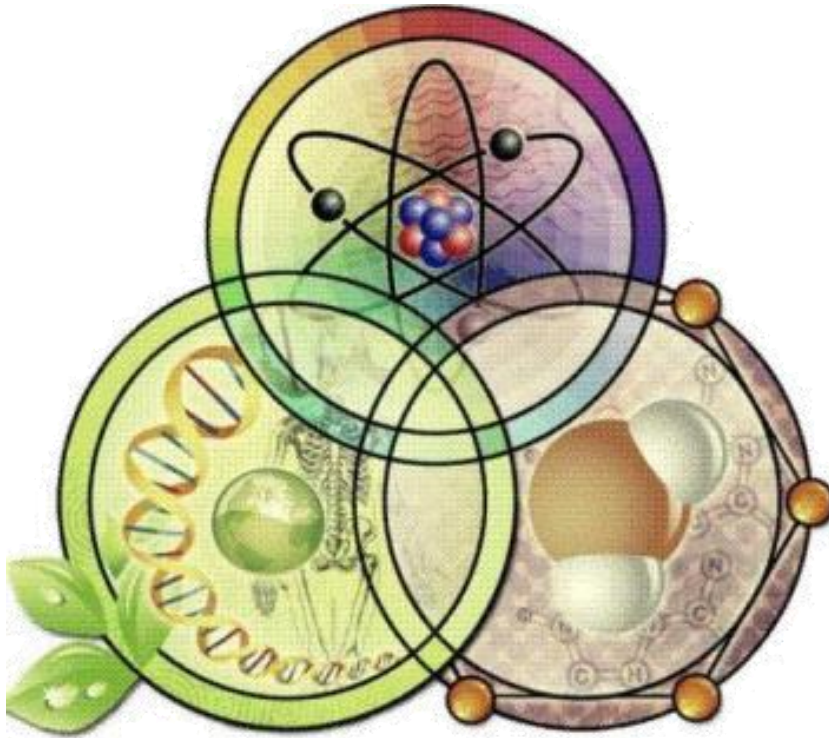


**Πανελλήνιος Μαθητικός Διαγωνισμός
για την επιλογή στη 13η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Επιστημών -
EUSO 2015
Σάββατο 07 Φεβρουαρίου 2015
ΦΥΣΙΚΗ**



Σχολείο:

Ονόματα των μαθητών:

1)

2)

3)

Πειραματικός προσδιορισμός του θερμικού συντελεστή αντίστασης του χαλκού

Σκοπός και κεντρική ιδέα της άσκησης

Σκοπός της άσκησης είναι ο πειραματικός προσδιορισμός του θερμικού συντελεστή αντίστασης του χαλκού και της ειδική θερμότητας του νερού. Η διαδικασία στηρίζεται στο φαινόμενο Joule, στον ορισμό της αντίστασης και στην αρχή διατήρησης της ενέργειας.

Θεωρητικό υπόβαθρο - Σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας

Βασικές έννοιες και σχέσεις

Ηλεκτρικό κύκλωμα - Ηλεκτρική τάση - Ηλεκτρικό ρεύμα - Αντίσταση αγωγού - Ηλεκτρική ισχύς - Φαινόμενο Joule - Αρχή διατήρησης της ενέργειας - Εξίσωση της θερμιδομετρίας - Θερμικές απώλειες

A) Η αντίσταση μεταλλικού αγωγού εξαρτάται από το υλικό, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αγωγού και τη θερμοκρασία. Αν ρ συμβολίζει την ειδική αντίσταση του υλικού, l το μήκος του αγωγού και S το εμβαδό της διατομής του, ισχύει:

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

Πώς μεταβάλλεται η αντίσταση R όταν μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία του αγωγού;

Η ειδική αντίσταση του υλικού μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha\theta)$$

όπου ρ_0 η ειδική αντίσταση στους 0°C , θ η θερμοκρασία σε $^\circ\text{C}$ και α ο θερμικός συντελεστής αντίστασης του υλικού. Το πηλίκο $\frac{l}{S}$ μεταβάλλεται ελάχιστα όταν μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία. Επομένως, σε πολύ καλή προσέγγιση, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η αντίσταση ενός αγωγού μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση:

$$R = R_0 (1 + \alpha\theta) \quad (1)$$

B) Τμήμα ηλεκτρικού κυκλώματος, που τροφοδοτείται από τάση V και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I , για χρόνο t , καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια

$$W_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t$$

Στην περίπτωση μεταλλικού αγωγού, αυτή η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα που αποδίδεται στο περιβάλλον.

Αν βυθίσουμε τον αγωγό σε νερό μάζας m , η θερμότητα Q που μεταφέρεται στο νερό αυξάνει τη θερμοκρασία του νερού κατά $\Delta\theta$, σύμφωνα με τη σχέση (εξίσωση της θερμιδομετρίας):

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta\theta$$

όπου c η ειδική θερμότητα του νερού.

Αν υποθέσουμε ότι ολόκληρη η ηλεκτρική ενέργεια $W_{\eta\lambda}$ ισούται με τη θερμότητα που θερμαίνει το νερό, προκύπτει η σχέση:

$$c \cdot m \cdot \Delta\theta = V \cdot I \cdot t$$

Μονάδες: ο χρόνος μετρείται σε δευτερόλεπτα (s), η τάση σε Volt (V), το ρεύμα σε Ampere (A), η ενέργεια σε Joule, η μάζα σε γραμμάρια (g), η θερμοκρασία σε $^\circ\text{C}$ και η ειδική θερμότητα σε Joule/($g \cdot ^\circ\text{C}$)

Πειραματική διαδικασία

Σχεδιασμός της πειραματικής διαδικασίας

Για να ελέγξουμε πειραματικά τη σχέση 1 και να προσδιορίσουμε τις τιμές των R_0 και α , βυθίζουμε ένα σύρμα χαλκού σε νερό. Μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία θ του νερού διοχετεύοντας ηλεκτρικό ρεύμα στο σύρμα. Για διαφορετικές τιμές της θερμοκρασίας θ , μετράμε την τάση V στα άκρα του σύρματος και την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει το σύρμα. Από τη σχέση $R = \frac{V}{I}$ υπολογίζουμε την αντίσταση του σύρματος για κάθε τιμή

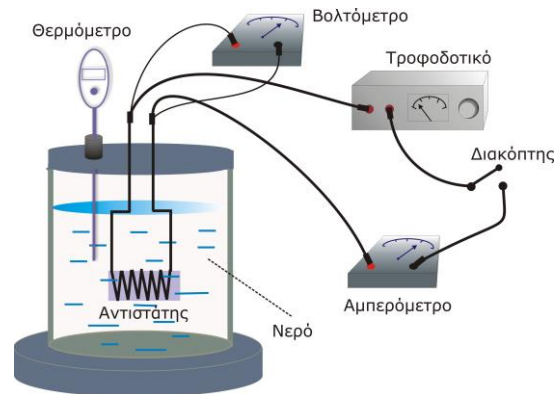
της θερμοκρασίας θ . Για να πετύχουμε κάθε φορά ομοιόμορφη θερμοκρασία του νερού και του αντιστάτη (σύρματος) ανοίγουμε το διακόπτη του κυκλώματος και αναδεύουμε ελαφρά το νερό για μερικά δευτερόλεπτα.

Από την πειραματική ευθεία $R = f(\theta)$ υπολογίζουμε τα R_0 και α .

Πειραματικός προσδιορισμός του θερμικού συντελεστή αντίστασης

Για τη σύνθεση της πειραματικής διάταξης θα χρησιμοποιήσετε τα παρακάτω όργανα και υλικά:

- Σύρμα χαλκού, διαμέτρου 0,3mm και μήκους περίπου 12m, με κατάλληλους ακροδέκτες.
- Βολτόμετρο.
- Αμπερόμετρο.
- Θερμόμετρο.
- Χρονόμετρο.
- Διακόπτη.
- Τροφοδοτικό συνεχούς τάσης.
- Καλώδια.
- Μονωτικό ποτηράκι.
- Ποσότητα νερού.



Σχήμα 1

Πραγματοποιήστε τη διάταξη του σχήματος 1.

Οι μετρήσεις όλων των μεγεθών [τάση (V), ρεύμα (I), θερμοκρασία (θ), κλπ] να γίνουν με ακρίβεια τριών σημαντικών ψηφίων

Προσθέστε στο ποτηράκι νερό μάζας $m=100g$. [Φροντίστε να καλυφτεί πλήρως η συρμάτινη «μπάλα» χαλκού από το νερό]

Καλέστε τον επιβλέποντα καθηγητή να ελέγξει το κύκλωμα και να θέσει σε λειτουργία το τροφοδοτικό. **Πριν κλείσετε το διακόπτη του κυκλώματος, ρυθμίστε την τάση του τροφοδοτικού στα 9Volt, την οποία δεν μεταβάλλουμε κατά την πειραματική διαδικασία.**

Κλείστε το διακόπτη του κυκλώματος και παρατηρήστε την άνοδο της θερμοκρασίας του νερού. Μόλις η θερμοκρασία του νερού αυξηθεί κατά 2 έως 3°C, ανοίξτε το διακόπτη και αναδεύοντας ελαφρά το ποτήρι (προσοχή: δεν χτυπάτε καφέ!), περιμένετε 10-15s, μέχρι να σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία του νερού.

Θεωρήστε τη θερμοκρασία αυτή ως αρχική και σημειώστε τη στον πίνακα μετρήσεων (αντιστοιχεί στην **πρώτη μέτρηση**). Κλείστε το διακόπτη και ταυτόχρονα θέστε σε

λειτουργία το χρονόμετρο. Μέσα σε 2-3 δευτερόλεπτα από το κλείσιμο του διακόπτη σημειώστε τις ενδείξεις του βολτομέτρου και του αμπερομέτρου και καταγράψτε τις στην πρώτη γραμμή του πίνακα μετρήσεων.

Μετά από **2min**, ανοίξτε το διακόπτη. **Αναδεύοντας ελαφρά** το ποτήρι, περιμένετε 10-15s, μέχρι να σταθεροποιηθεί η θερμοκρασία σε μια τιμή, την οποία θα γράψετε στη δεύτερη γραμμή του πίνακα μετρήσεων. Μηδενίστε το χρονόμετρο.

Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία μέχρι να συμπληρωθούν όλες οι γραμμές του πίνακα.

Προσοχή

Στην πέμπτη και τελευταία μέτρηση, αφού σημειώσετε τη θερμοκρασία του νερού, κλείστε το διακόπτη και στα επόμενα 2-3 δευτερόλεπτα σημειώστε τις τιμές της τάσης και της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος. Μόλις πάρετε τη μέτρηση, ανοίξτε **αμέσως** το διακόπτη. Δηλαδή στην τελευταία μέτρηση φροντίζουμε ώστε ο χρόνος λειτουργίας του κυκλώματος είναι σχεδόν μηδενικός (δείτε την τελευταία γραμμή του πίνακα μετρήσεων).

Επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων

1. Υπολογίστε την τιμή της αντίστασης για κάθε τιμή τάσης (V)-έντασης (I) και συμπληρώστε την αντίστοιχη στήλη του πίνακα μετρήσεων.
2. Τοποθετήστε τα πειραματικά σημεία (θ, R) στο μιλιμετρέ χαρτί, επιλέγοντας την κατάλληλη κλίμακα.
Χαράξτε την πειραματική ευθεία $R = f(\theta)$.
3. Από τη γραφική παράσταση υπολογίστε την τιμή της αντίστασης R_0 στους 0°C και στη συνέχεια τον θερμικό συντελεστή αντίστασης α του χαλκού. [Καταγράψτε τους υπολογισμούς σας]

Αντίσταση στους 0°C : $R_0 =$ _____

Θερμικός συντελεστής αντίστασης α του χαλκού $\alpha =$ _____

4. Υπολογίστε την αντίσταση του σύρματος στους 100°C .

Αντίσταση στους 100°C : $R_{100} =$ _____

5. Υπολογίστε την ηλεκτρική ενέργεια $\Delta W = V \cdot I \cdot \Delta t$ που καταναλώνει ο αντιστάτης κάθε δύο λεπτά λειτουργίας του κυκλώματος και γράψτε τη στην αντίστοιχη στήλη του πίνακα μετρήσεων.
Υπολογίστε τη συνολική ηλεκτρική ενέργεια $W_{\eta\lambda.}$ που κατανάλωσε το χάλκινο σύρμα.

$W_{\eta\lambda.} =$ _____ *Joule*

6. Θεωρώντας ότι όλη η ηλεκτρική ενέργεια στον αντιστάτη, μετατράπηκε σε θερμότητα που την απορρόφησε το νερό, υπολογίστε την ειδική θερμότητα c του νερού.

$c =$ _____ *J/g $^\circ\text{C}$*

7. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η ειδική θερμότητα του νερού είναι $c_{\beta\beta\lambda.} = 4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$. Υπολογίστε την επί τοις εκατό (%) απόκλιση σ της πειραματικής τιμής c ως προς την τιμή της βιβλιογραφίας.

$\sigma =$ _____ %

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

αριθμός μέτρησης	Διάρκεια	V Volt	I A	Ηλεκτρική ενέργεια $\Delta W = V \cdot I \cdot \Delta t$ Joule	θ °C	R Ω
1η	$\Delta t = 2min$					
2η	$\Delta t = 2min$					
3η	$\Delta t = 2min$					
4η	$\Delta t = 2min$					
5η	$\sim 0min$					