**Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Φυσικών Επιστημών 2015-16**
**Προκαταρκτικός Διαγωνισμός Ανατολικής Αττικής**

**Φυσική**

Σχολείο: _____

Ονόματα των μαθητών της ομάδας:
1) _____
2) _____
3) _____

**Σκοπός και κεντρική ιδέα της άσκησης ***

Σκοπός της άσκησης είναι ο πειραματικός προσδιορισμός του θερμικού συντελεστή αντίστασης του βολφραμίου – υλικό από το οποίο κατασκευάζεται το θερμαινόμενο μεταλλικό νήμα στους λαμπτήρες πυρακτώσεως- .

Ο σχεδιασμός του πειράματος στηρίζεται στην **θερμική ισορροπία συστήματος αντιστάτη Wo και νερού ενός δοχείου**, και την κατά προσέγγιση γραμμική μεταβολή (μείωση) της αντίστασης νήματος Wo σε συνάρτηση με την αντίστοιχη μείωση της θερμοκρασίας.

**Θεωρητικό υπόβαθρο της άσκησης - πειραματική διαδικασία**

**Βασικές έννοιες και σχέσεις**

Θερμοκρασία - Αντιστάτης - Αντίσταση – μεταφορά θερμότητας – Θερμική ισορροπία – ψύξη συστήματος νερού-αντιστάτη Wo .

- Διαθέτουμε ποσότητα νερού σε αρχική θερμοκρασία $\theta$=60 $^{o}$C .

Το δοχείο με το νερό και τον αντιστάτη αφήνεται να ψυχθεί με σταδιακή μεταφορά θερμότητας από το δοχείο προς το περιβάλλον, έως ότου η θερμοκρασία νερού του δοχείου πάρει την τιμή $\theta_1$ = 44 $^{o}$C (ελάχιστη τιμή θερμοκρασίας).
Η τιμή αυτή, $\theta_1$ = 44 $^{o}$C είναι η τελική θερμοκρασία του νερού, στο πείραμα που θα εκτελέσετε .

Η θερμοκρασία του αντιστάτη βολφραμίου που είναι βυθισμένος στο νερό είναι ίδια με την θερμοκρασία του νερού, αφού βρίσκονται σε θερμική ισορροπία . Έτσι για να μετρήσουμε την θερμοκρασία του αντιστάτη, αρκεί να μετρήσουμε με ένα θερμόμετρο την θερμοκρασία του νερού του δοχείου.

*** Πηγές : « Εργαστηριακές ασκήσεις φυσικής» –Γιάννης Π. Χατζής , εκδ. Τροχαλία**
**«Τοπικός διαγωνισμός EUSO 2015 στη Φυσική» Παπαμιχάλης Κ.**

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

Μπορούμε με πολύ καλή προσέγγιση να θεωρήσουμε ότι η αντίσταση ενός αγωγού μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία σύμφωνα με τη σχέση:

$$R = Ro\,(1 + a\theta) \qquad (1)$$

$\theta$ η θερμοκρασία σε °$C$ R η αντίσταση του αγωγού Wo στους $0^oC$ **και α μια σταθερά** που που εξαρτάται από το υλικό του αντιστάτη και ονομάζεται **θερμικός συντελεστής αντίστασης του υλικού**

Η σχέση (1) για μια τυχαία τιμή της αντίστασης R και για την ελάχιστη τιμή των πειραματικών μετρήσεων $R_1$

$R_\theta = R_0 + \alpha R_0 \theta$ (2) όπου θ μια τυχαία τιμή της θερμοκρασίας νερού-αντιστάτη

$R_1 = R_0 + \alpha R_0 \theta_1$ (3) $\theta_1$ η ελάχιστη τιμή των πειραματικών μετρήσεων και $R_1$ η αντίσταση του νήματος Wo στην θερμοκρασία $\theta_1$

Αν αφαιρέσουμε κατά μέλη τις εξισώσεις 2 και 3 καταλήγουμε σε μια σχέση που προσδιορίζει την **διαφορά μεταξύ αντίστασης $R_\theta$ και ελάχιστης τιμής $R_1$** ($R_\theta - R_1$) σε συνάρτηση με την **αντίστοιχη διαφορά θερμοκρασίας ($\theta$-$\theta_1$)** :

(2)-(3): $R_\theta - R_1 = \alpha R_0(\theta - \theta_1)$ ή

$$\boxed{R_\theta - R_1 = k(\theta - \theta_1)} \qquad (4)$$

αφού το γινόμενο $aR_0$ είναι σταθερό και ίσο με k, οπότε η παραπάνω εξίσωση μπορεί να γραφεί ως εξής

$$\boxed{\Delta R = k \cdot \Delta\theta} \qquad (5)$$

Από τη σχέση 5 βλέπουμε ότι η μεταβολή της αντίστασης του αντιστάτη Wo είναι ανάλογη της μεταβολής της θερμοκρασίας $\Delta\theta$ του νερού :
η **γραφική παράσταση του $\Delta R$ σε συνάρτηση με το $\Delta\theta$** είναι μια ευθεία γραμμή που διέρχεται από την αρχή των αξόνων.

Έτσι αν για ορισμένες **τιμές της θερμοκρασίας (θ)** του αντιστάτη Wo και της τιμής της **αντίστασης R** , (θ, R) υπολογίσουμε
α) τις διαφορές θερμοκρασίας νερού από την ελάχιστη τιμή $\theta_1$ : **$\Delta\theta_1$, $\Delta\theta_2$, ...,** , και
β) τις αντίστοιχες διαφορές αντίστασης από την ελάχιστη τιμής $R_1$ :**$\Delta R_1$, $\Delta R_2$....,**
τότε
τα **πειραματικά σημεία ($\Delta R_1$, $\Delta\theta_1$), ($\Delta R_1$, $\Delta\theta_2$), ...** πρέπει να βρίσκονται πάνω σε ευθεία γραμμή που διέρχεται από την αρχή των αξόνων.

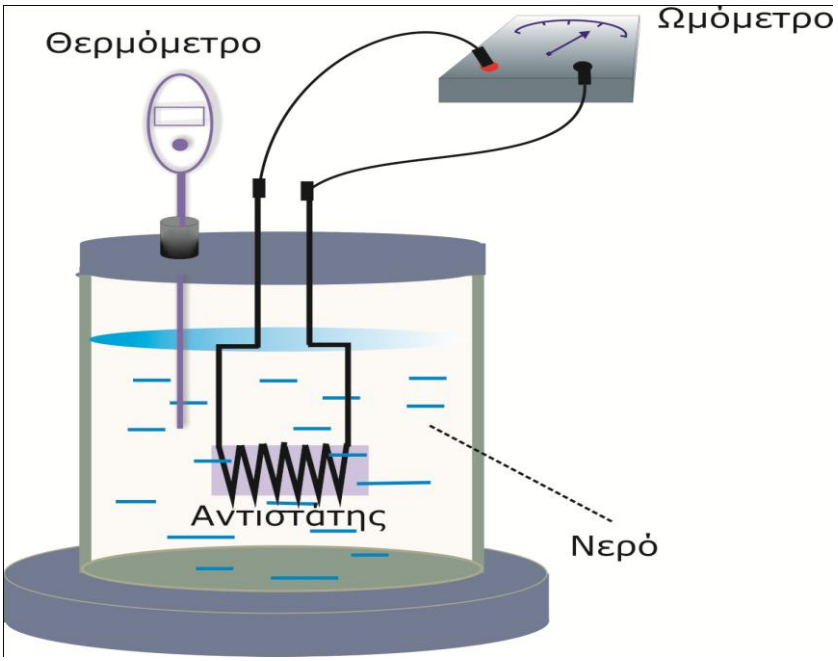
Η κλίση $k$ της ευθείας αυτής είναι: $\boxed{k = \alpha \cdot R_0}$

από την οποία προκύπτει ότι μέσα από την πειραματική διαδικασία μπορούμε να υπολογίσουμε πειραματικά την **τιμή του θερμικού συντελεστή αντίστασης** του βολφραμίου α.

**Πειραματική διαδικασία**

**Όργανα και υλικά**

1. Πολύμετρο.
2. Ηλεκτρονικό θερμόμετρο με ακρίβεια μέτρησης 0,1 °C.
3. Αντιστάτης Wo από λαμπτήρα πυρακτώσεως.
4. Καλώδια με ακροδέκτες
5. Γυάλινο δοχείο ζέσεως 400mL.
6. Ορθοστάτης – ράβδοι στήριξης – λαβίδες - σύνδεσμοι
7. Χαρτί μιλιμετρέ.
8. Αριθμομηχανή.
9. Χάρακας 20cm.




**Σχέδιο 1**

1) Συναρμολογήστε την πειραματική διάταξη που απεικονίζεται στο σχήμα 1.
2) Ο επιβλέπων καθηγητής προσθέτει ποσότητα νερού όγκου περίπου 100mL

**Προσέχετε ιδιαίτερα τα εξής:**

α) Το νήμα του λαμπτήρα να είναι εντελώς βυθισμένο στο νερό – χωρίς να μετακινήσετε την λαβίδα στήριξης ή τη βάση υποδοχής του αντιστάτη

β) Το άκρο του θερμομέτρου να είναι βυθισμένο στο νερό, και να βρίσκεται στο ίδιο βάθος και σε σταθερή απόσταση 5 cm περίπου από τον αντιστάτη Wo .

3) **Προσοχή ! Μην αναδεύετε το νερό** του δοχείου – υπάρχει κίνδυνος καταστροφής του νήματος βολφραμίου

- Περιμένετε μέχρις ότου **η αρχική ένδειξη** του θερμομέτρου γίνει **60 °C.**
- Τότε, θέστε σε λειτουργία το πολύμετρο και ταυτόχρονα καταγράψτε τη θερμοκρασία του νερού τη στιγμή αυτή **($\theta_9$)**.
- Μετρήστε την τιμή της **αντίστασης $R_9$** του αντιστάτη Wo

και επαναλάβετε τις μετρήσεις ανά 2 °C .

- Καταγράψτε τις μετρήσεις στις στήλες 1 και 3 του πίνακα Α. Η διαδικασία τελειώνει μόλις καταγράψετε την τελευταία μέτρηση για τιμή θερμοκρασίας **$\theta_1$=44 °C.**

**Επεξεργασία πειραματικών δεδομένων**

1. Συμπληρώστε όλες τις στήλες του πίνακα Α.
2. Στο τετραγωνισμένο χαρτί σχεδιάστε σύστημα αξόνων **μεταβολής θερμοκρασίας *Δθ*** (οριζόντιος), - **μεταβολής της αντίστασης ΔR** (κάθετος) με τις κατάλληλες κλίμακες. Τοποθετήστε τα **πειραματικά σημεία (*Δθ,* ΔR)**.
3. **Χαράξτε την ευθεία** που περνάει από την αρχή των αξόνων και διέρχεται πλησιέστερα στο σύνολο των πειραματικών σημείων.
4. Υπολογίστε **την κλίση *k*** της πειραματικής ευθείας.

*k* **=_____**

| **ΠΙΝΑΚΑΣ Α** | | | |
|---|---|---|---|
| ***θ*** **°C** | ***Δθ=θ-θ₁*** **°C** | **R (Ω)** | ***ΔR=R-R₁*** **(Ω)** |
| $\theta_9$=60 | ***Δθ₉=*****.....** | **$R_9$**=..... | ***ΔR₉=*** ..... |
| $\theta_8$= | | | |
| $\theta_7$= | | | |
| $\theta_6$= | | | |
| $\theta_5$= | | | |
| $\theta_4$= | | | |
| $\theta_3$= | | | |
| $\theta_2$= | | | |
| $\theta_1$=44 | | $R_1$ = ..... | |

**Ερωτήσεις - Συμπεράσματα**

1. Να γράψετε την γενική μορφή της σχέσης (4) , **R=f(θ)**

   ***$R_\theta$*** **=**.....

2. Με βάση την γενική εξίσωση R=f(θ) , να υπολογίσετε την **τιμή της αντίστασης** που αντιστοιχεί σε **θερμοκρασία 0 °C ($R_0$)**

   ***$R_o$*** **=** .....

3. Να υπολογίσετε τέλος την **τιμή του θερμικού συντελεστή αντίστασης α** του βολφραμίου, υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο αντιστάτης του λαμπτήρα.

   **α=** .....

## Αξιολόγηση της άσκησης

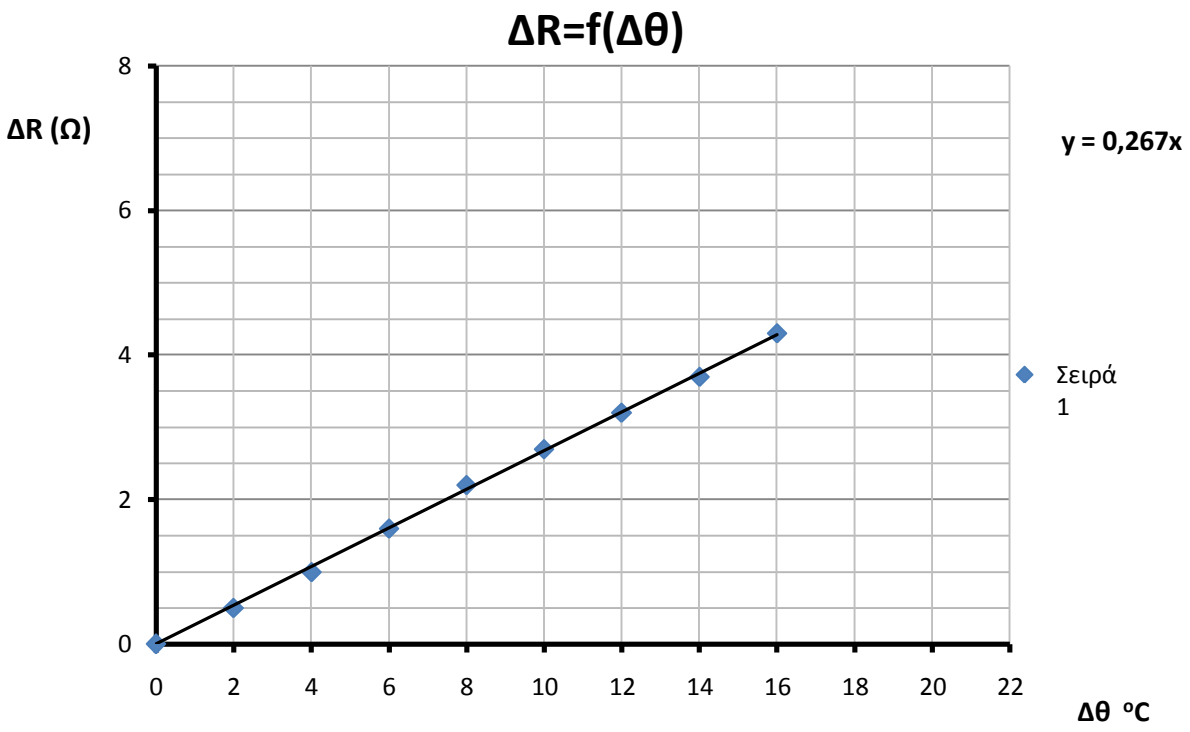
**Εργαστηριακή θέση:**

**Καταστροφή οργάνου: -20 μονάδες**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Συναρμολόγηση και λειτουργία πειραματικής διάταξης | 6 | Σύνθεση κυκλώματος: 0-3<br>Θέση θερμομέτρου -: 0-3 | |
| Συμπλήρωση $1^{ης}$ – $3^{ης}$ στήλης του πίνακα Α | 9 | 0,5x18=9 | |
| Συμπλήρωση $2^{ης}$ – $4^{ης}$ στήλης του πίνακα Α | 18 | 1x 18=18 | |
| Βαθμονόμηση των αξόνων και μονάδες | 6 | Βαθμονόμηση: 2x2 =4<br>Μονάδες: 1x2 =2 | |
| Τοποθέτηση πειραματικών σημείων στο σύστημα αξόνων – Διασπορά άνω του 10% - μηδενισμός | 9 | 1x9=9 | |
| Σχεδίαση πειραματικής ευθείας | 4 | Σωστή θέση: 2<br>Διέρχεται από το μηδέν: 2 | |
| Υπολογισμός της κλίσης της πειραματικής ευθείας. | 5 | Διαδικασία: 3<br>Αριθμητικοί υπολογισμοί: 2 | |
| Απάντηση στην ερώτηση 1 | 7 | Εφαρμογή λανθασμένης σχέσης: μηδενισμός της ερώτησης | |
| Απάντηση στην ερώτηση 2 | 10 | Εφαρμογή λανθασμένης σχέσης: μηδενισμός της ερώτησης<br><br>Εφαρμογή της κατάλληλης σχέσης: 5<br>Αριθμητικοί υπολογισμοί: 2<br>Σημαντικά ψηφία: 1<br>Μονάδες: 2 | |
| Υπολογισμός θερμικού συντελεστή αντίστασης ερώτηση 3 | 13 | Τιμή α :<br>• Από 4,3 έως 4,4 $x10^{-3}$ $(^oC)^{-1}$: **13μ**<br>• $4,2 \leq α < 4,3$ και $4,4 < α \leq 4,5$ $x10^{-3}$ $(^oC)^{-1}$ : **9μ**<br>• $4 \leq α < 4,2$ και $4,5 < α \leq 4,7$ $x10^{-3}$ $(^oC)^{-1}$: **7μ**<br>• $3,9 \leq α < 4$ και $4,7 < α \leq 4,9$ $x10^{-3}$ $(^oC)^{-1}$: **4μ**<br>• $α < 3,9$ και $α > 4,9$ $x10^{-3}$ $(^oC)^{-1}$ : **0μ** | |
| **Σύνολο (Σ)** | **87** | **Τελικός βαθμός=100xΣ/87** | |

## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

| θ °C | R (Ω) | | Δθ °C | ΔR (Ω) |
|---|---|---|---|---|
| 60 | 77,7 | | 16 | 4,3 |
| 58 | 77,1 | | 14 | 3,7 |
| 56 | 76,6 | | 12 | 3,2 |
| 54 | 76,1 | | 10 | 2,7 |
| 52 | 75,6 | | 8 | 2,2 |
| 50 | 75 | | 6 | 1,6 |
| 48 | 74,4 | | 4 | 1 |
| 46 | 73,9 | | 2 | 0,5 |
| 44 | 73,4 | | 0 | 0 |




$$R_0 = R_1 - k\theta_1 = 61,5(\Omega)$$

$$\alpha = \frac{k}{R_0} = 4,3 \cdot 10^{-3}(^oC)^{-1}$$