



Αριθμός Ομάδας

**ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ  
ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
Ε Ο Ε Σ 2024**

**ΤΟΠΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ  
ΕΚΦΕ ΗΛΙΟΥΠΟΛΗΣ**

**ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ**

ΣΧΟΛΕΙΟ: \_\_\_\_\_

ΔΙΑΓΩΝΙΖΟΜΕΝΟΙ ΜΑΘΗΤΕΣ:

1) \_\_\_\_\_

2) \_\_\_\_\_

3) \_\_\_\_\_

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: \_\_\_\_\_

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΚΦΕ: Παναγιώτης (Γακίης) Λαζός (ΠΕ04.01)

**Επιστημονική επιτροπή:**

- Δημήτριος Γιαννούκος (ΠΕ04.01 – 14<sup>ο</sup> ΓΕΛ Αθήνας)
- Θεοδώρα Μέξα (ΠΕ04.01 – 5<sup>ο</sup> ΓΕΛ Ζωγράφου)

**ΣΑΒΒΑΤΟ 9 - 12 - 2023**

**ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ  
Η περίπτωση του χαλκού**

## ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Δίνεται χάλκινο σύρμα και ζητείται να κατασκευαστεί η γραφική παράσταση της αντίστασης  $R$  σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία  $\theta$  και στη συνέχεια να προσδιοριστεί ο θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης ( $\alpha$ ) για το χαλκό.

## ΒΑΣΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

- **Αντίσταση ( $R$ )** ενός μεταλλικού αγωγού είναι το φυσικό μέγεθος που εκφράζει τη δυσκολία στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από τον αγωγό. Η αντίσταση ενός γραμμικού αγωγού με ομοιόμορφη διατομή είναι ανάλογη του μήκους του ( $L$ ), αντιστρόφως ανάλογη της διατομής του ( $S$ ) και εξαρτάται επίσης από το υλικό και από τη θερμοκρασία, πράγμα το οποίο εκφράζεται μέσω της **ειδικής αντίστασης ( $\rho$ )**. Μονάδα της  $\rho$  είναι το  $\Omega \cdot m$ . Ισχύει:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

Η ειδική αντίσταση εξαρτάται από τη θερμοκρασία ( $\theta$ ) με βάση τον τύπο:

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

όπου  $\alpha$  ο **θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης** (σε  $\text{grad}^{-1}$ ) του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο αντιστάτης. Επομένως η αντίσταση ενός αγωγού μπορεί να εκφραστεί από τη σχέση:

$$R = \rho_0 \frac{L}{S} (1 + \alpha\theta) \Rightarrow R = R_0 (1 + \alpha\theta) \Leftrightarrow$$

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

- Ο θερμικός συντελεστής  $\alpha$  για τα περισσότερα κράματα (κονσταντάνη, μαγγανίνη, χρωμονικελίνη κ.α.) έχει τιμή  $\alpha=0$ , επομένως η αντίσταση των κραμάτων αυτών δεν μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία.
- Για καθαρά μέταλλα ο θερμικός συντελεστής είναι  $\alpha>0$ , επομένως η αντίσταση των καθαρών μετάλλων αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.
- Τέλος για άλλα υλικά όπως γραφίτης (C), ημιαγωγοί (Ge, Si), ηλεκτρολύτες κλπ. ισχύει  $\alpha<0$ , επομένως η ειδική αντίστασή τους μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα μπορεί να υπολογιστεί από το πηλίκο της τάσης ( $V$ ) στα άκρα του προς την ένταση του ρεύματος ( $I$ ) που τον διαρρέει (νόμος του Ohm για αγωγό):

$$R = \frac{V}{I}$$

## ΟΡΓΑΝΑ/ΥΛΙΚΑ


- |   |  |
|---|--|
| ✓ Κυλινδρικό σύρμα από χαλκό (Cu)<br>μήκους $L = 30m$ | ✓ Θερμόμετρο                                 |
| ✓ Διαστημόμετρο                                       | ✓ Σύστημα ανάρτησης του θερμομέτρου          |
| ✓ Τροφοδοτικό   | ✓ Ηλεκτρική εστία θέρμανσης (ηλεκτρικό μάτι) |
| ✓ Δύο ψηφιακά πολύμετρα ( $A, V$ )                    | ✓ Ποτήρι ζέσης                               |
| ✓ Καλώδια   | ✓ Νερό                                       |

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

## I. Μέτρηση διαμέτρου του σύρματος

Με το διαστημόμετρο μετρήστε τη διάμετρο του σύρματος, από κάποιο ελεύθερο σημείο του.

Διάμετρος  $\delta =$  \_\_\_\_\_

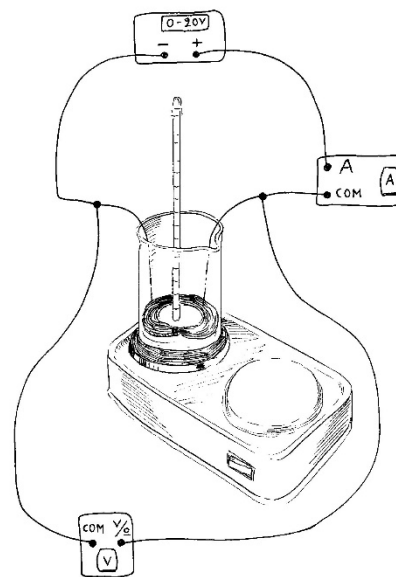
 Καλέστε τους επιβλέποντες για έλεγχο της μέτρησης.

## II. Προσδιορισμός της αντίστασης R του σύρματος σε διάφορες θερμοκρασίες

### A. Κατασκευή ηλεκτρικού κυκλώματος

Με το τροφοδοτικό κλειστό, πραγματοποιήστε τη συνδεσμολογία του διπλανού κυκλώματος. Πρώτα κατασκευάστε το κύκλωμα σε σειρά, αρχίζοντας από το (+) του τροφοδοτικού. Το χάλκινο σύρμα, το οποίο βρίσκεται ήδη μέσα στο ποτήρι ζέσης, θα συνδεθεί σε σειρά στο κύκλωμα, με τη βοήθεια των ακροδεκτών τύπου κροκοδειλάκι που βρίσκονται στα άκρα του.


Στη συνέχεια συνδέστε το βολτόμετρο παράλληλα με το σύρμα τοποθετώντας καλώδια στις οπές των ακροδεκτών τύπου κροκοδειλάκι. Τελευταίος συνδέεται ο ακροδέκτης (-) του τροφοδοτικού.



Στο πολύμετρο που θα χρησιμοποιήσετε ως ΑΜΠΕΡΟΜΕΤΡΟ συνδέστε το κόκκινο καλώδιο (αυτό που οδηγεί στο + της πηγής) στο A, το μαύρο καλώδιο (αυτό που οδηγεί στο - της πηγής) στο COM και γυρίστε τον επιλογέα στη θέση μέτρησης συνεχών εντάσεων 2A.

Στο πολύμετρο που θα χρησιμοποιήσετε ως ΒΟΛΤΟΜΕΤΡΟ συνδέστε αντίστοιχα το κόκκινο καλώδιο (+) στο V/Ω, το μαύρο καλώδιο (-) στο COM, και γυρίστε τον επιλογέα στη θέση μέτρησης συνεχών τάσεων 20V.



 Καλέστε τους επιβλέποντες όταν τελειώσετε τη συνδεσμολογία ΧΩΡΙΣ να ανοίξετε το τροφοδοτικό και τα πολύμετρα.



### B. Στήριξη θερμομέτρου



Κρεμάστε το θερμόμετρο από τη ράβδο, ώστε το κάτω άκρο του να βρίσκεται μέσα στο ποτήρι ζέσης, περίπου στο κέντρο του τυλιγμένου σύρματος. **Το θερμόμετρο δεν πρέπει να ακουμπάει στη βάση του ποτηριού.** Διορθώστε αν χρειαστεί το ύψος ανάρτησής του με τη βοήθεια του συνδέσμου.

### Γ. Δημιουργία του λουτρού θερμοκρασίας – Αρχική θερμοκρασία

Όταν ολοκληρώσετε τα παραπάνω βήματα, ζητήστε από τους επιβλέποντες να σας δώσουν νερό ψυγείου. Γεμίστε με νερό ψυγείου το ποτήρι ζέσης μέχρι να καλυφθεί εντελώς το σύρμα.

Στη συνέχεια ανοίξτε τα πολύμετρα και το τροφοδοτικό και θέστε τον επιλογέα τάσης του τροφοδοτικού στην τιμή **10V**. Μόλις η θερμοκρασία του λουτρού σταθεροποιηθεί μετά την εισαγωγή του κρύου νερού, καταγράψτε στον παρακάτω Πίνακα Μετρήσεων τη θερμοκρασία αυτή ως αρχική και τις ενδείξεις του βολτόμετρου και του αμπερόμετρου τη στιγμή αυτή.

### Δ. Θέρμανση του σύρματος

Για να θέσετε σε λειτουργία το ηλεκτρικό μάτι, πάνω στο οποίο είναι τοποθετημένο το ποτήρι ζέσης με το σύρμα, τοποθετήστε το διακόπτη του στο +3. Περιμένετε έως ότου η θερμοκρασία φθάσει τους 20 °C και αμέσως καταγράψτε τις ενδείξεις των οργάνων στον Πίνακα Μετρήσεων.

Συνεχίστε παρακολουθώντας τη θερμοκρασία καθώς ανεβαίνει, και καταγράψτε με τον ίδιο τρόπο τις ενδείξεις των οργάνων σε 5 ακόμη θερμοκρασίες, μέχρι τους 70 °C, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Κλείστε το ηλεκτρικό μάτι, το τροφοδοτικό και τα πολύμετρα μόλις τελειώσετε τις μετρήσεις.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Μ Ε Τ Ρ Η Σ Ε Ω Ν			
$\theta$ (°C)	V (0,00 V)	I (0,000 A)	R=V/I (0,00 Ω)
Αρχική θερμοκρασία $\theta_0 =$			
20			
30			
40			
50			
60			
70			

- 1) Συμπληρώστε την τελευταία στήλη του πίνακα μετρήσεων και στη συνέχεια σχεδιάστε το διάγραμμα  $R = f(\theta)$  στο μιλιμετρέ χαρτί που σας έχει δοθεί.
- 2) Υπολογίστε την κλίση της ευθείας  $R = f(\theta)$

- 3) Προσδιορίστε τις συντεταγμένες του σημείου τομής της ευθείας που χαράξατε με τον άξονα γγ' . Ποια είναι η φυσική σημασία του σημείου αυτού;



Καλέστε τους επιβλέποντες για έλεγχο της τιμής του σημείου.

- 4) α. Με τη βοήθεια της κλίσης και της εξίσωσης (1) υπολογίστε το **θερμικό συντελεστή ειδικής αντίστασης  $\alpha$  του χαλκού.**

β. Αν η τιμή που δίνεται στη βιβλιογραφία είναι  $\alpha_{Cu} = 3,93 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$  , υπολογίστε το σχετικό σφάλμα % στον υπολογισμό του  $\alpha$  του χαλκού.

- 5) Με βάση τη θεωρία, τις μετρήσεις σας και την ευθεία που χαράξατε, μπορείτε να υπολογίσετε (με όποιο τρόπο θέλετε) σε ποια θερμοκρασία η αντίσταση του χάλκινου σύρματος θα είναι θεωρητικά μηδέν ( $R = 0$ );

- 6) Ποιο σφάλμα θεωρείτε ότι υπεισέρχεται στον υπολογισμό της αντίστασης R ενός σύρματος με τη χρήση της συγκεκριμένης συνδεσμολογίας βολτομέτρου και αμπερομέτρου;

- 7) Ο Διεθνής Διαστημικός Σταθμός (ISS) -όπως είναι γνωστό- περιφέρεται συνεχώς γύρω από τη Γη. Η θερμοκρασία στην εξωτερική πλευρά του ISS αγγίζει τους **121 °C** όταν η πλευρά αυτή βλέπει

τον Ήλιο, ενώ στην πλευρά που δεν βλέπει τον Ήλιο η θερμοκρασία μπορεί να φθάσει έως και τους  $-157^{\circ}\text{C}$ .

Στη διάρκεια κάποιας επισκευής το πλήρωμα του ISS χρειάστηκε να αντικαταστήσει τους αντιστάτες σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά του ISS, και το οποίο για να λειτουργεί σωστά πρέπει να έχει σταθερή αντίσταση. Με βάση τη θεωρία που σας έχει δοθεί και τα παραπάνω δεδομένα, πιστεύετε ότι το σύρμα από χαλκό είναι κατάλληλο για αντιστάτης σε εξωτερικό κύκλωμα του ISS; Αιτιολογήστε την απάντησή σας και προτείνετε κατάλληλο υλικό για τους αντιστάτες με βάση τα δεδομένα της θεωρίας.

### Ευχόμαστε επιτυχία!

*Μην παραλείψετε να αποσυνδέσετε το κύκλωμα και να τακτοποιήσετε τα όργανα και τα υλικά όπως τα βρήκατε αρχικά.*

	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	ΜΟΝΑΔΕΣ
I.	Σωστή μέτρηση διαμέτρου	5
II.	Συναρμολόγηση κυκλώματος	8
	Σωστή τοποθέτηση θερμομέτρου	5
	Σωστή ανάγνωση θερμομέτρου	5
1	Συμπλήρωση πίνακα μετρήσεων (σημαντικά ψηφία, πράξεις)	10
	Χάραξη ευθείας (επιλογή αξόνων, βαθμονόμηση, σημεία, χάραξη ευθείας)	15
2	Υπολογισμός κλίσης ευθείας	7
3	Φυσική σημασία σημείου τομής με άξονα $yy'$	10
4α	Υπολογισμός $\alpha$	8
4β	Σφάλμα $\sigma\%$	5
5	Θερμοκρασία για αντίσταση $R=0$	10
6	Ερώτηση για το σφάλμα λόγω συνδεσμολογίας	5
7	Ερώτηση για τον ISS	5
	Τακτοποίηση χώρου – Κλείσιμο διατάξεων	2
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>100</b>