



ΠΑΝΕΚΦΕ

European Union Science Olympiad

17^η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ – EUSO 2019

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

Σάββατο 26 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2019



(Διάρκεια εξέτασης 60 min)

ΒΑΘΜΟΣ

Μαθητές:	Σχολική Μονάδα
1.	
2.	
3.	

ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

- α) Η κατανομή των εργασιών μεταξύ των μαθητών της ομάδας θα εξοικονομήσει χρόνο.
- β) Όλα τα αποτελέσματα και οι απαντήσεις σας θα γραφούν στο απαντητικό φύλλο στο οποίο θα σας παραπέμπουν οι κατάλληλες οδηγίες. Μόνο ένα φύλλο ανά ομάδα θα παραδίδεται και θα αξιολογείται.
- γ) Μετά από την ολοκλήρωση της εργασίας σας, όλα τα χαρτιά που χρησιμοποιήσατε, συμπεριλαμβανομένων και των πρόχειρων σημειώσεων, πρέπει να παραδοθούν στο τέλος της πειραματικής δοκιμασίας.
- δ) Σαν πρόχειρο μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το φύλλο Α4 που έχει επισυναφθεί.
- ε) Για οποιαδήποτε δυσλειτουργία εμφανιστεί να καλέσετε τον επιβλέποντα.

Προτεινόμενος χρόνος που θα αφιερώσετε σε κάθε εργασία

Εργασία	Προτεινόμενος χρόνος

Σας ευχόμαστε επιτυχία

Θερμοκρασία της επιφάνειας των αστέρων, και λαμπτήρας πυρακτώσεως !

Εισαγωγή

Γενικά, ένα οποιοδήποτε σώμα, σε κάποια μη μηδενική απόλυτη θερμοκρασία, εκπέμπει συνεχώς ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (θερμική ακτινοβολία). Η ενέργεια που εκπέμπεται δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένη σε όλα τα μήκη κύματος των ακτινοβολιών που τη συνθέτουν.

Στην εικόνα φαίνεται μια ποσότητα λάβας, ενός είδους βασαλτικής λάβας, «πορτοκαλοκίτρινου» χρώματος. Η θερμοκρασία της μπορεί να υπολογιστεί από το χρώμα της. Το αποτέλεσμα του υπολογισμού συμφωνεί με τις πειραματικές μετρήσεις για λάβα θερμοκρασίας από 1000 °C μέχρι 1200 °C.



Επίσης το ηλιακό φως είναι ένα μίγμα ακτινοβολιών διαφόρων μηκών κύματος συνεπώς και χρωμάτων, που συνταξιδεύουν με την ίδια ταχύτητα.

Η προσεκτική παρατήρηση των αστέρων οδήγησε τους επιστήμονες στη διαπίστωση ότι έχουν διαφορετικά χρώματα. Η βασική αιτία είναι η διαφορετική θερμοκρασία της επιφάνειας του κάθε αστήρα. Οι θερμότεροι έχουν χρώμα μπλε, ενώ οι ψυχρότεροι ερυθρό.



Rigel and reflection nebula IC 2118 in Eridanus. Rigel B is not visible in the glare of the main star.



This orange blob shows the nearby star Betelgeuse, as seen by the Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA). This is the first time that ALMA has ever observed the surface of a star and this first attempt has resulted in the highest-resolution image of Betelgeuse available.



Sirius (bottom) and the constellation Orion (right). The three brightest stars in this image — Sirius, Betelgeuse (top right), and Procyon (top left) — form the Winter Triangle.

Σκοπός και Κεντρική Ιδέα

Η πειραματική διαπίστωση της σχέσης του χρώματος ενός διάπυρου σώματος και του φάσματος εκπομπής του.

Επιμέρους στόχοι

Η μελέτη της ηλεκτρικής συμπεριφοράς ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως στο συνεχές ρεύμα.

Ο προσδιορισμός της θερμοκρασίας του νήματος του λαμπτήρα

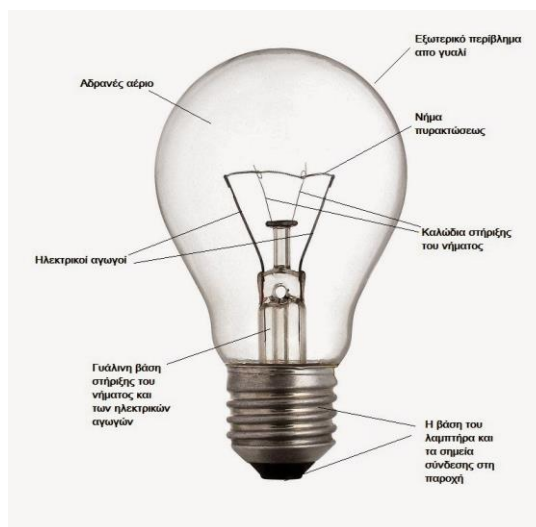
Η παρατήρηση και καταγραφή του φάσματος εκπομπής του διάπυρου νήματος τους λαμπτήρα σε διαφορετικές θερμοκρασίες.

Απαιτούμενες θεωρητικές γνώσεις: Ο λαμπτήρας πυρακτώσεως

Το βολφράμιο είναι το μέταλλο με την υψηλότερη θερμοκρασία τήξης ($T_F = 3695\text{K}$). Ως εκ τούτου, αυτό χρησιμοποιήθηκε ευρέως από τις αρχές του 20ού αιώνα για την παραγωγή των νηματίων των λαμπτήρων πυρακτώσεως.

Δεδομένου ότι το νήμα της λυχνίας είναι ουσιαστικά ένας μεταλλικός αγωγός (αντίστατης) που θερμαίνεται από το φαινόμενο Joule, για να υπολογίσουμε τη θερμοκρασία του T απαιτείται η γνώση της τιμής της αντίστασής του R_T στη θερμοκρασία T .

Για λόγους απλούστευσης ως θερμοκρασία αναφοράς (περιβάλλοντος) θα λάβουμε $T_{300}=300\text{K}$.



Έχουμε λοιπόν $R_T = \rho_T \cdot \frac{\ell}{A}$ (1) για θερμοκρασία νήματος T και $R_{300} = \rho_{300} \cdot \frac{\ell}{A}$ (2)

Όπου:

R_T : η αντίσταση (Ω) του νήματος του λαμπτήρα σε θερμοκρασία T

ρ_T : η ειδική αντίσταση (Ωm) του βολφραμίου σε θερμοκρασία T .

ℓ : το μήκος (m) του κυλινδρικού νήματος του λαμπτήρα

A : το εμβαδόν (m^2) της διατομής του νήματος του λαμπτήρα

Επίσης δεχόμαστε ότι το μήκος ℓ και το εμβαδόν A της διατομής του νήματος του λαμπτήρα πυρακτώσεως, δεν μεταβάλλονται ουσιαστικά λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας.

Έτσι από τις (1) και (2) θα έχουμε:

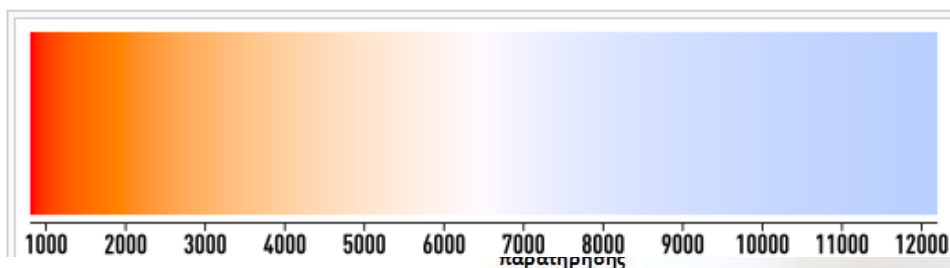
$$\frac{R_T}{R_{300}} = \frac{\rho_T}{\rho_{300}} \text{ και } \rho_T = \frac{R_T}{R_{300}} \cdot \rho_{300} \quad (3)$$

Συμπληρωματικές γνώσεις:

Χρώμα φωτός και θερμοκρασία θερμού σώματος

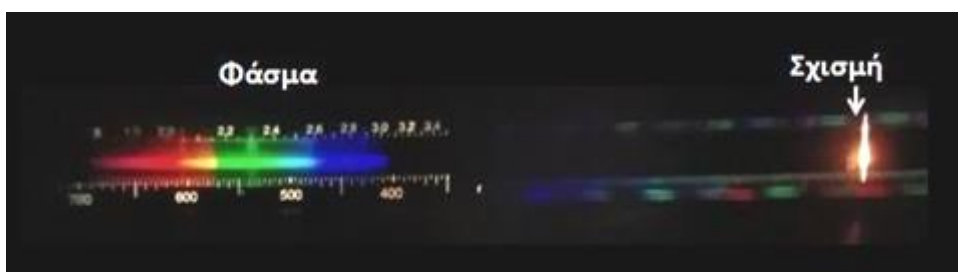
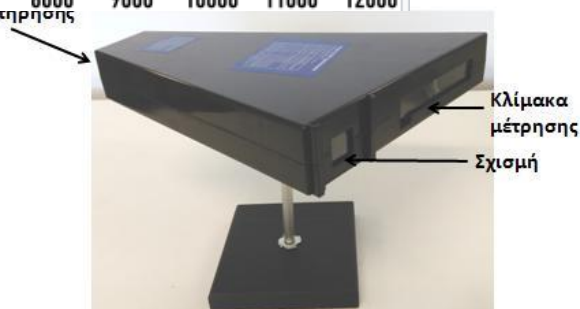
Στους κοινούς λαμπτήρες πυράκτωσης το μεταλλικό νήμα που φωτοβολεί, συνήθως από Βολφράμιο ή κάποιο κράμα του που είναι ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες, πυρακτώνεται από το ηλεκτρικό ρεύμα που διέρχεται καθώς λειτουργεί ως ηλεκτρική αντίσταση. Το φως που παράγεται από ένα κοινό λαμπτήρα πυρακτώσεως είναι λευκό και δίνει ένα τύπο φάσματος που χαρακτηρίζεται από μια συνεχή αλληλουχία χρωμάτων. Το φάσμα αυτό ονομάζεται συνεχές φάσμα και παρατηρείται στα θερμά διάπυρα στερεά και υγρά (λιωμένος σίδηρος, λιωμένος χαλκός κτλ.). Τα συνεχή φάσματα είναι χαρακτηριστικά της θερμοκρασίας του υλικού, αλλά όχι της φύσης τους.

Ένα σώμα με θερμοκρασία μεγαλύτερη από 1000 K περίπου, παράγει φως με χρώμα που είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας του. Στην πιο κάτω εικόνα δίνεται η σχέση χρώματος – θερμοκρασίας. Στη συσκευασία των λαμπτήρων αναγράφεται η θερμοκρασία χρώματος του φωτός που εκπέμπει και χαρακτηρίζεται σαν θερμό ή ψυχρό λευκό.



Φασματοσκόπιο

Το φασματοσκόπιο είναι ένα όργανο με το οποίο γίνεται η ανάλυση μίας δέσμης φωτός και η μελέτη του φάσματός της. Το φασματοσκόπιο που θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα δραστηριότητα έχει ενσωματωμένη μια διπλή παράλληλη κλίμακα μέτρησης του μήκους κύματος σε nm (400nm έως 700nm) και ενέργειας σε ηλεκτρονιοβόλτ (3,4eV έως 1,7eV).



1η πειραματική δραστηριότητα : Η σχέση I – V στο λαμπτήρα πυρακτώσεως

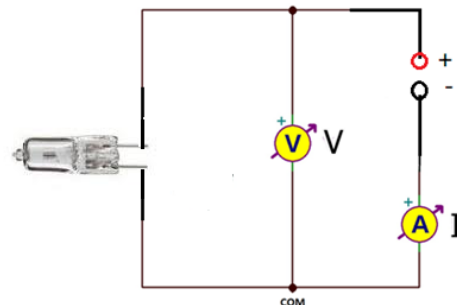
Όργανα, διατάξεις και υλικά

- 1) Τροφοδοτικό 0-20 V και 0-5 A.
- 2) Λαμπτήρας πυρακτώσεως με στοιχεία λειτουργίας 12V , 20W
- 3) Βάση σύνδεσης του λαμπτήρα με καλώδια
- 4) 2 Πολύμετρα
- 5) Αγωγοί σύνδεσης για τη δημιουργία του κυκλώματος
- 6) Ορθοστάτης με λαβίδα στήριξης του λαμπτήρα

A Μέρος: Προετοιμασία του πειράματος

1) Να αναγνωρίσετε τα όργανα που βρίσκονται στον πάγκο εργασίας σας και να ρυθμίσετε κατάλληλα το ένα πολύμετρο έτσι ώστε να μετρήσετε τάσεις μέχρι 15V(συνεχές) και το άλλο έτσι ώστε να μετρήσετε εντάσεις ρεύματος μέχρι 20A(συνεχές).

2) Συναρμολογήστε το κύκλωμα λαμβάνοντας υπόψιν τις παρακάτω παρατηρήσεις και περιμένετε !



Σχήμα 1 Το ηλεκτρικό κύκλωμα



ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 1: Το τροφοδοτικό και τα πολύμετρα θα τεθούν σε λειτουργία, ΜΟΝΟ μετά από τον έλεγχο.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 2: ΠΡΙΝ θέσουμε σε λειτουργία το τροφοδοτικό, στρέφουμε τελείως αριστερά τον επιλογέα της τάσης (δείτε την διπλανή εικόνα)



Όταν είστε έτοιμοι να ξεκινήσετε τις μετρήσεις, καλέστε τον υπεύθυνο καθηγητή για έλεγχο.

Μετά τον έλεγχο να θέσετε σε λειτουργία το τροφοδοτικό και τα πολύμετρα.

Β Μέρος: Λήψη μετρήσεων

3) Περιστρέφοντας αργά τον επιλογέα τάσης τροφοδοτήστε με ρεύμα έντασης I σύμφωνα με την 1^η στήλη του ΠΙΝΑΚΑ 1 του Φύλλου Απαντήσεων και καταγράψτε τις αντίστοιχες τιμές της τάσης.

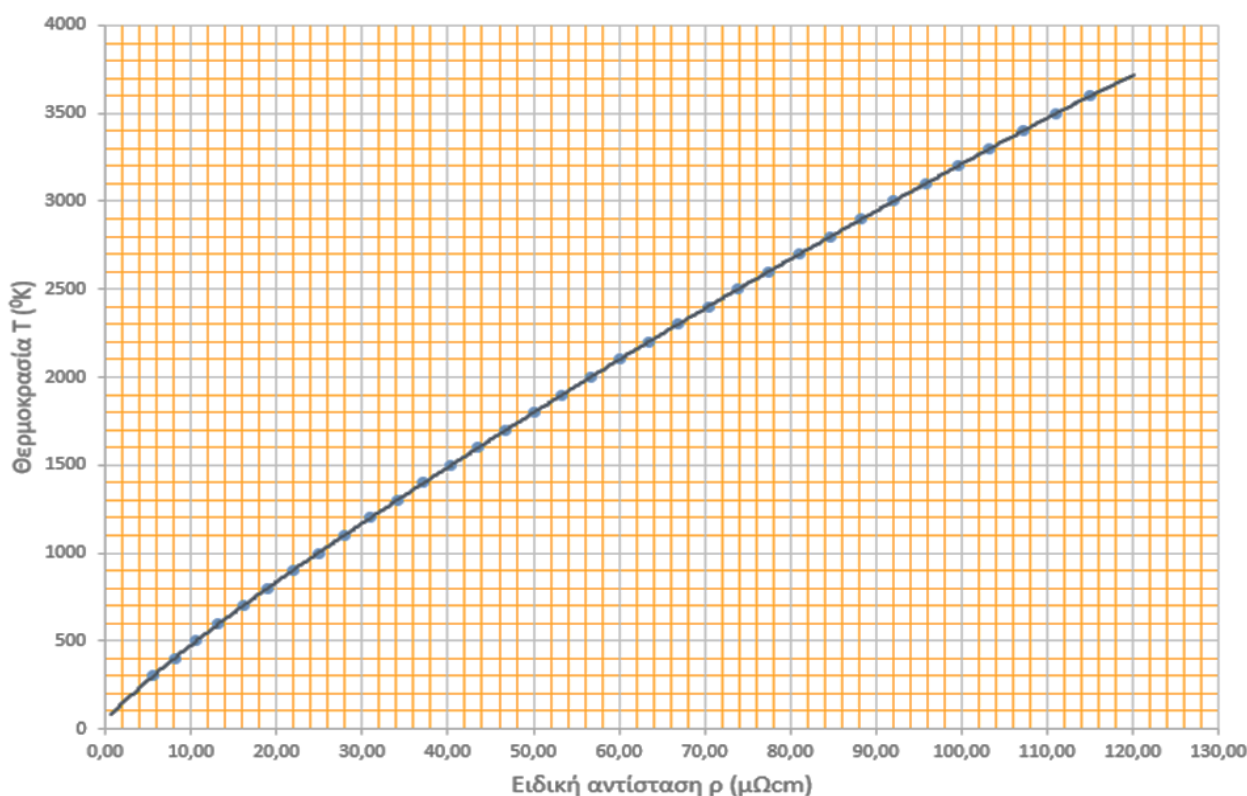
Τελειώνοντας τις μετρήσεις σας μηδενίστε την τάση και θέστε εκτός λειτουργίας όλα τα όργανα.

4) Για κάθε ζεύγος τιμών (V, I) υπολογίζουμε την τιμή της αντίστασης R ($R=V/I$) και συμπληρώνουμε τη στήλη R_T του ΠΙΝΑΚΑ 1. Οι τιμές της R_T να στρογγυλοποιηθούν στο 1^ο δεκαδικό ψηφίο.

Γ Μέρος: Επεξεργασία των μετρήσεων

5) Να συμπληρώσετε και τα υπόλοιπα κελιά του ΠΙΝΑΚΑ 1 στρογγυλοποιώντας τις τιμές των ρ_T (ειδική αντίσταση) και T (θερμοκρασία) στη μονάδα.

Με το δεδομένο ότι $\rho_{300} = 5,6 \mu\Omega\text{cm}$ και $R_{300} = 0,5\Omega$ η τιμή της ειδικής αντίστασης ρ_T θα υπολογιστεί από τη σχέση (3) η οποία παίρνει την εξής μορφή $\rho_T = 11,2 \cdot R_T$. Οι τιμές της θερμοκρασίας θα βρεθούν από το πιο κάτω γράφημα $T - \rho_T$



6) Να κάνετε στο χλιοστομετρικό χαρτί που υπάρχει στο απαντητικό φύλλο, τη γραφική παράσταση $T - I$ της θερμοκρασίας του νήματος του λαμπτήρα συναρτήσεως της έντασης του ρεύματος που το διαρρέει, αφού λάβετε υπόψη σας ότι πρέπει να χαράξετε τη βέλτιστη απλή καμπύλη γραμμή που διέρχεται από τα πειραματικά σημεία.

2η πειραματική δραστηριότητα: Παρατήρηση του φάσματος εκπομπής

Όργανα, διατάξεις και υλικά

- 1) Τροφοδοτικό 0-20 V και 0-5 A.
- 2) Λαμπτήρας πυρακτώσεως με στοιχεία λειτουργίας 12V , 20W
- 3) Πολύμετρο με τον περιστροφικό επιλογέα στη θέση unfused 20 A (συνεχές) [σύνδεση COM – 20Amax]
- 5) Αγωγοί σύνδεσης για τη δημιουργία του κυκλώματος
- 6) Φασματοσκόπιο

A Μέρος: Προετοιμασία του πειράματος

- 1) Τροφοδοτήστε το λαμπτήρα με ρεύμα έντασης 1A.
- 2) Ρυθμίστε το ύψος του λαμπτήρα στον ορθοστάτη ώστε να βρίσκεται απέναντι από τη σχισμή που κατευθυντήρα του φασματοσκοπίου σε απόσταση 10cm περίπου.
- 3) Κρατώντας το ένα σας μάτι κλειστό, κοιτάξετε μέσα από την θυρίδα παρατήρησης και εντοπίστε την σχισμή που βρίσκεται δεξιά. Στη συνέχεια προσανατολίστε το έτσι ώστε να βλέπετε το πυρακτωμένο νήμα του λαμπτήρα μέσα από αυτήν. Μπορείτε τώρα να παρατηρήσετε το φάσμα που σχηματίζεται στην κλίμακα μέτρησης του φασματοσκοπίου στο αριστερό μέρος.



Μόλις συναρμολογήσετε τη διάταξη καλέστε τον υπεύθυνο καθηγητή για έλεγχο

B Μέρος: Παρατήρηση - Λήψη μετρήσεων

- 4) Να τροφοδοτήσετε τον λαμπτήρα με διαφορετικής έντασης ρεύμα σύμφωνα με τον ΠΙΝΑΚΑ 2 του Φύλλου Απαντήσεων και παρατηρήστε το συνεχές φάσμα εκπομπής. Να σημειώσετε με X στον ΠΙΝΑΚΑ 2 τα χρώματα από τα οποία αποτελείται το φάσμα εκπομπής του λαμπτήρα σε κάθε περίπτωση.
- 5) Να χαρακτηρίσετε το χρώμα του φωτός του λαμπτήρα χρησιμοποιώντας όρους όπως: *λευκοκίτρινο, κίτρινο, κιτρινοπορτοκαλί, πορτοκαλί, πορτοκαλοκόκκινο, κόκκινο, σκούρο κόκκινο.*
- 6) Να συμπληρώσετε και την τελευταία στήλη σύμφωνα με τα πειραματικά σας αποτελέσματα.

Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις που υπάρχουν στο απαντητικό φύλλο

Βιβλιογραφία

Δικτυογραφία

- https://en.wikipedia.org/wiki/Melting_point
- <https://studylib.net/doc/18642204/calibration-of-a-tungsten-filament-lamp>
- <https://hypertextbook.com/facts/2004/DeannaStewart.shtml>

Αναφορές

- **Black-Body Radiation** Department of Physics, Indiana University (HOM 2/1/00)
- **Seeing the Light: The Physics and Materials Science of the Incandescent Light Bulb** Dr. Lawrence D. Woolf, General Atomics, San Diego, CA 92121, Larry.Woolf@gat.com
- **RESISTIVITY VARIATION AND TEMPERATURE OF A TUNGSTEN FILAMENT**
Jeethendra Kumar P K and Ajeya PadmaJeeth
KamalJeeth Instrumentation & Service Unit, No 610, Tata Nagar Benaguluru-560 092. INDIA.
labexperiments@rediffmail.com
- **Starlight inside a light bulb, 25/02/2015**, Carla Isabel Ribeiro, Science in school
- **Εισαγωγή στην Αστροφυσική: Ενότητα 1: Φυσική των Αστέρων, Ξενοφών Δ. Μουσάς** Σχολή Θετικών Επιστημών ΕΚΠΑ.



ΠΑΝΕΚΦΕ



European Union Science Olympiad

17^η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ – EUSO 2019

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

Σάββατο 26 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2019



ΦΥΛΛΟ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ

_____ Βάρδια

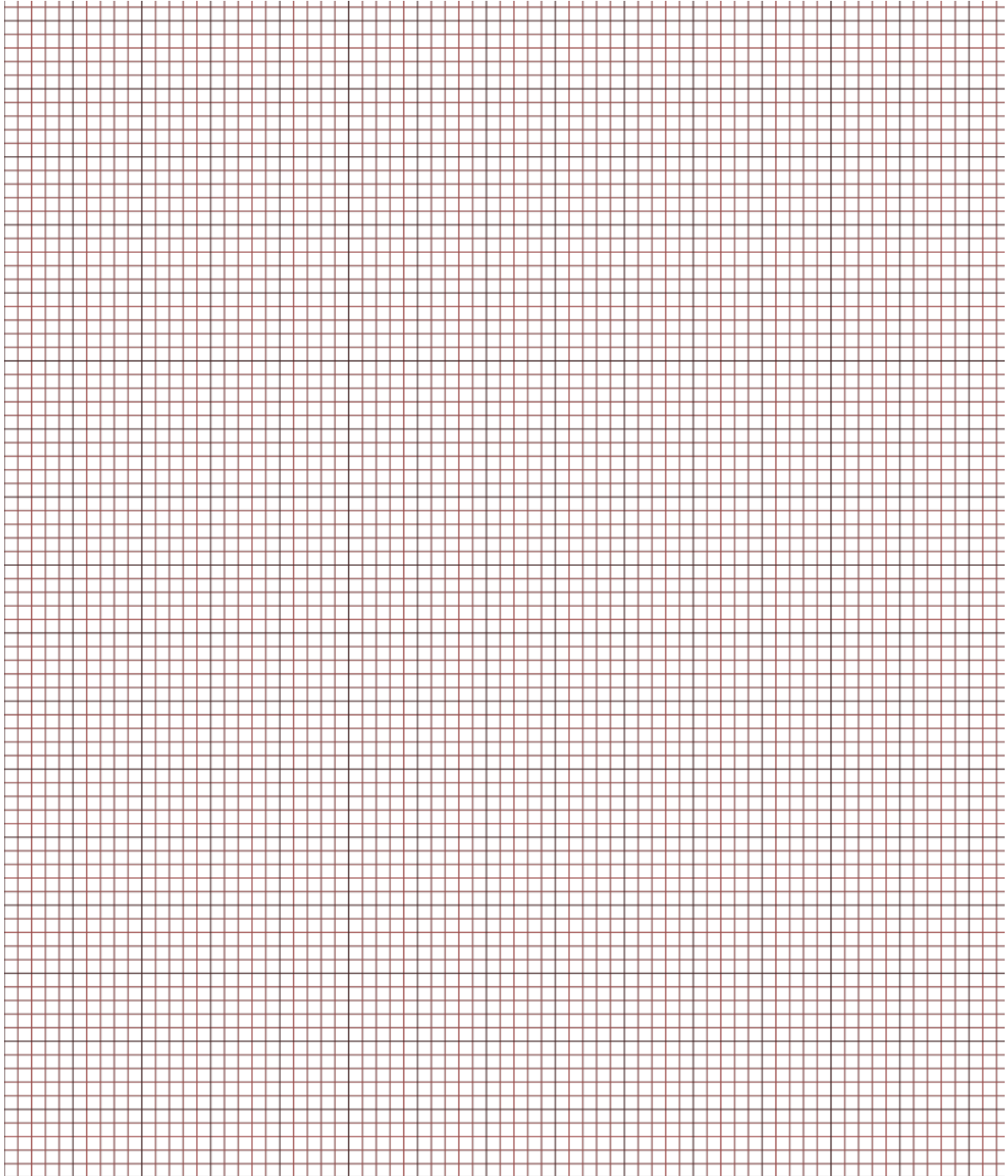
ΟΜΑΔΑ _____

1η πειραματική δραστηριότητα : Καταχώριση μετρήσεων και υπολογισμών

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

I(A)	V (V)	R_T (Ω)	ρ_T (μΩcm)	T(K)
ένδειξη οργάνου	ένδειξη οργάνου	στρογγυλοποίηση στο 1 ^ο δεκαδικό	στρογγυλοποίηση στη μονάδα	στρογγυλοποίηση στη μονάδα
0	0	0,5	5,6	300
0,1				
0,2				
0,3				
0,4				
0,5				
0,6				
0,7				
0,8				
0,9				
1,0				
1,2				
1,4				
1,6				
1,8				
1,9				

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ Τ - Ι



2η πειραματική δραστηριότητα: Παρατήρηση του φάσματος εκπομπής

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

I(A)	χρώματα φάσματος							Χρώμα φωτός του λαμπτήρα	Θερμοκρασία του νήματος του λαμπτήρα (K)
	κόκκινο	πορτοκαλί	κίτρινο	πράσινο	γαλάζιο	μπλε	ιώδες		
1,70									
0,85									
0,65									

Ερώτηση 1

Προτείνετε μια πειραματική διαδικασία, βασισμένη σε όργανα που υπάρχουν στον πάγκο εργασίας σας, που θα δώσει την ακριβέστερη τιμή για την αντίσταση του νήματος σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Περιγραφή (με συμβολική απεικόνιση του προτεινόμενου κυκλώματος)

Ερώτηση 2

Από τη θεωρία είναι γνωστό ότι κάθε σώμα ακτινοβολεί ενέργεια με ρυθμό που εξαρτάται από την επιφάνειά του και τη θερμοκρασία του. Πιο συγκεκριμένα η ακτινοβολούμενη ισχύς P (W) δίνεται από τη σχέση :

$P = k \cdot (T^4 - T_0^4)$ όπου T ή θερμοκρασία του σώματος και T_0 η θερμοκρασία του περιβάλλοντος σε K .

Μετά από επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων για το λαμπτήρα OSRAM 12V, 20W, προέκυψε ότι

$$k = 5 \cdot 10^{-13} \frac{W}{K^4}.$$

Πόση είναι η ένταση του ρεύματος που καταστρέφει το λαμπτήρα;

Αιτιολογήστε την απάντησή σας στο παρακάτω πλαίσιο.

Απάντηση

Ερώτηση 3

Τη νύχτα χωρίς φεγγάρι και σύννεφα και μακριά από τα φώτα της πόλης, μπορούμε να δούμε χιλιάδες αστέρια σαν λευκές κουκίδες σε όλο τον ουρανό. Εμφανίζονται λευκά επειδή τα μάτια μας δεν μπορούν συνήθως να ανιχνεύσουν το χρώμα τέτοιων αμυδρών αντικειμένων. Ωστόσο, αν κοιτάξουμε προσεκτικά τα πιο φωτεινά αστέρια μπορούμε να δούμε ότι δεν είναι όλα λευκά, έχουν διαφορετικές αποχρώσεις. Η σχέση θερμοκρασίας και χρώματος (π.χ. σε ένα πυρακτωμένο νήμα) διαπιστώθηκε ότι ισχύει και για τα αστέρια με κάποια προσέγγιση. Το χρώμα ενός αστεριού καθορίζεται από τη θερμοκρασία της επιφάνειάς του. Η μελέτη απαιτεί πολύπλοκα όργανα αλλά και πάλι λαμβάνεται το φάσμα του φωτός των αστεριών.



Αξιοποιώντας τις πληροφορίες που σας έχουν δοθεί και τα πειραματικά σας αποτελέσματα, να βρείτε πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η θερμοκρασία της επιφάνειας του Ήλιου μας από τη θερμοκρασία του πυρακτωμένου νήματος του λαμπτήρα σας

Απάντηση (να αναπτύξετε τον τρόπο εργασίας σας)

ΠΡΟΧΕΙΡΟ