

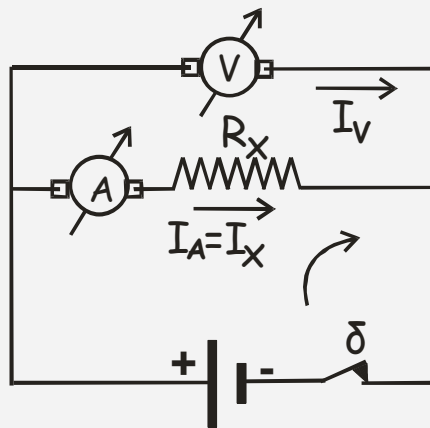
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

12^η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα Επιστημών

EUSO 2014



ΤΟΠΙΚΟΣ ΜΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ
ΦΥΣΙΚΗΣ



ΣΧΟΛΕΙΟ:.....

Μαθητές/τριες που συμμετέχουν:

(1).....

(2).....

(3).....

Σέρρες 07/12/2013

Σύνολο μορίων:.....

Μέτρηση αντίστασης με βολτόμετρο και αμπερόμετρο

Εργάζεστε σ' ένα κατάστημα ηλεκτρονικών ειδών και ένας πελάτης σας, σας επέστρεψε δυο αντιστάτες R_1 και R_2 που προμηθεύτηκε από το κατάστημα σας, λέγοντας ότι η τιμή του ενός αντιστάτη δεν είναι αυτή που σας ζήτησε. Έκανε τις μετρήσεις με βολτόμετρο και αμπερόμετρο, εφάρμοσε το νόμο του $\Omega\mu$ και βρήκε τη μια σωστή ενώ η τιμή της άλλης διαφέρει σημαντικά.

Καλείστε να επιβεβαιώσετε ή να διαψεύσετε αν ο πελάτης σας είχε δίκιο.

Αναζητώντας πληροφορίες για το θέμα βρήκατε τα εξής σε ένα σχετικό άρθρο.

Θεωρητικές επισημάνσεις

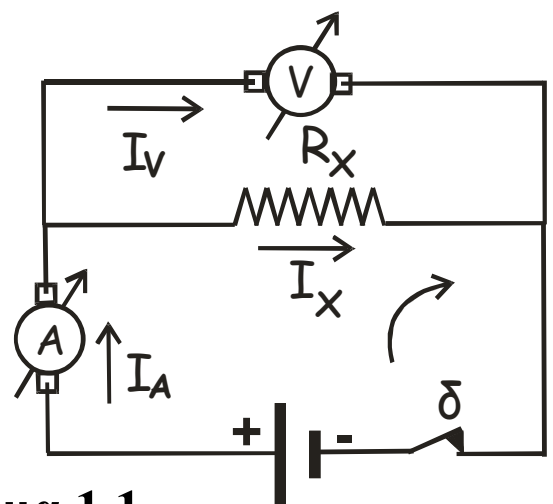
Θα μπορούσε να υποθέσει κανείς ότι η μέτρηση μιας αντίστασης είναι απλή διαδικασία, αφού σύμφωνα με το νόμο του $\Omega\mu$ αρκεί με ένα βολτόμετρο να μετρηθεί η διαφορά δυναμικού στα άκρα της και με ένα αμπερόμετρο η ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει. Το πηλίκο: ένδειξη βολτομέτρου προς ένδειξη αμπερομέτρου θα μας δώσει την τιμή της αντίστασης.

Η μέθοδος όμως αυτή δε δίνει αποτελέσματα μεγάλης ακρίβειας γιατί:

α) Το αμπερόμετρο έχει εσωτερική αντίσταση, η οποία αν και μικρή μεταβάλλει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα και

β) η εσωτερική αντίσταση του βολτομέτρου, παρόλο που είναι πολύ μεγάλη, δε μπορεί να αποτρέψει τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος από το όργανο (ένα μικρό ρεύμα είναι αναγκαίο να περάσει μέσα από αυτό, για να μας δώσει ενδείξεις).

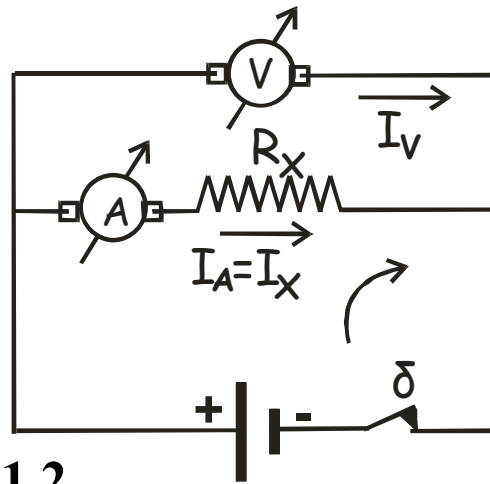
Ας υποθέσουμε ότι για τη μέτρηση της άγνωστης αντίστασης R_x , πραγματοποιείται το ηλεκτρικό κύκλωμα του σχήματος 1.1. Το βολτόμετρο μετράει πραγματικά τη διαφορά δυναμικού στα άκρα της άγνωστης αντίστασης. Το αμπερόμετρο όμως δε μετράει ακριβώς το ρεύμα που θα περάσει από αυτήν, αφού όπως φαίνεται από το σχήμα ένα μέρος του ρεύματος θα περάσει από το βολτόμετρο.



Σχήμα 1.1

Υπάρχει όμως και ένας άλλος τρόπος συνδεσμολογίας του αμπερομέτρου και του βολτομέτρου για τη μέτρηση της αντίστασης. Ο τρόπος αυτός υποδεικνύεται στο σχήμα 1.2

Εδώ το βολτόμετρο μετράει τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αμπερομέτρου και της αντίστασης R_x . Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε το βολτόμετρο μετράει διαφορά δυναμικού μεγαλύτερη από αυτή που επικρατεί στα άκρα της R_x , αφού το αμπερόμετρο έχει και αυτό αντίσταση, έστω και πολύ μικρή, επομένως η αντίσταση του κλάδου αυτού είναι μεγαλύτερη από την R_x .



Σχήμα 1.2

Έτσι λοιπόν στο κύκλωμα του σχήματος **1.1** το αμπερόμετρο μετράει ένταση ηλεκτρικού ρεύματος μεγαλύτερη από εκείνη που περνάει από την αντίσταση R_x .

Στο κύκλωμα του σχήματος **1.2** το βολτόμετρο μετράει διαφορά δυναμικού μεγαλύτερη από εκείνη που επικρατεί στα άκρα της R_x .

Άρα το σφάλμα στον υπολογισμό της αντίστασης από μετρήσεις με βολτόμετρο και αμπερόμετρο αν εφαρμόσουμε τον τύπο $R_x = \frac{V}{I}$ είναι αναπόφευκτο.

Μπορούμε να ελαχιστοποιήσουμε το σφάλμα αυτό αν στους υπολογισμούς μας εισαγάγουμε και τις εσωτερικές αντιστάσεις των οργάνων μέτρησης και ακολουθήσουμε τους κανόνες του Kirchhoff (Κίρχοφ).

Για να επιβεβαιώσετε ή να διαψεύσετε αν ο πελάτης σας είχε δίκιο θα εκτελέσετε την παρακάτω πειραματική διαδικασία.

Στόχοι της πειραματικής διαδικασίας

- Να υπολογίσετε την τιμή των 2 αντιστάσεων με τη σχέση V_V/I_A
- Να κατασκευάσετε τις γραφικές παράσταση έντασης – τάσης και να υπολογίσετε από αυτήν την κλίση και την τιμή των 2 αντιστάσεων με τη σχέση που σας δίνεται παρακάτω και η οποία προκύπτει από τον 1ο κανόνα του Kirchhoff.
- Να βρείτε πόσο διαφέρει η πειραματική τιμή της κάθε αντίστασης που υπολογίσατε και με τους δυο τρόπους από την πραγματική της τιμή.
- Να υπολογίσετε το εκατοστιαίο σφάλμα της μέτρησής σας για την κάθε αντίσταση και με τους δυο τρόπους.

1^ο Μέρος

Θεωρητικοί υπολογισμοί- Τρόπος εργασίας

Από τις δυο συνδεσμολογίες που περιγράφονται στα σχ. 1.1 και 1.2 επιλέγετε να εργαστείτε με αυτήν που περιγράφεται στο σχ. 1.1.

Στην περίπτωση αυτή η τάση στα άκρα της αντίστασης δίνεται απ' ευθείας από την ένδειξη V του βολτομέτρου.

Η τιμή του ρεύματος που διέρχεται από την αντίσταση R_x , είναι I_x , η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι I και το ρεύμα που περνάει από το βολτόμετρο είναι $I_v = \frac{V}{R_v}$, όπου R_v είναι η αντίσταση του βολτομέτρου και V είναι η τάση που μετράει το βολτόμετρο.

Μπορούμε να υπολογίσουμε την τιμή της αντίστασης R_x με δύο τρόπους:

1. Από το νόμο του Ohm προκύπτει:

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

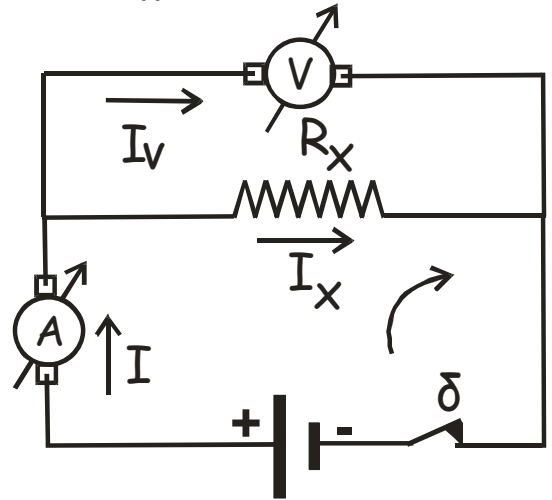
Σύμφωνα με την παραπάνω σχέση η άγνωστη αντίσταση μπορεί να υπολογιστεί αν βρούμε το πηλίκο της τάσης που δείχνει το βολτόμετρο προς την ένταση του δείχνει το αμπερόμετρο.

2. Από τον 1^ο κανόνα του Kirchhoff (Κίρχοφ) όμως ισχύει:

$$I = I_v + I_x \Rightarrow I = \frac{V}{R_v} + \frac{V}{R_x} \Rightarrow I = \left(\frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_x} \right) V$$

Σύμφωνα με την παραπάνω σχέση η ένταση του δείχνει το αμπερόμετρο και η τάση που δείχνει το βολτόμετρο είναι ανάλογα μεταξύ τους. Αν πάρουμε και 5 ζευγάρια μετρήσεων $I(V)$ και κάνουμε την αντίστοιχη γραφική παράσταση για την κλίση της ευθείας που θα πάρουμε ισχύει:

$$\text{Κλίση} = \varepsilon\phi\theta = \frac{I}{V} = \frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_x} \Rightarrow \frac{1}{R_x} = \varepsilon\phi\theta - \frac{1}{R_v} \Rightarrow R_x = \frac{1}{\varepsilon\phi\theta - \frac{1}{R_v}}$$



Όργανα και υλικά

1. Τροφοδοτικό
2. Δυο άγνωστες αντιστάσεις R_1 και R_2
3. Βολτόμετρο γνωστής εσωτερικής αντίστασης ($R_v = 10\text{K}\Omega$)
4. Αμπερόμετρο

5. Διακόπτης
6. Καλώδια σύνδεσης
7. Αριθμομηχανή
8. Χάρακας

Πειραματική Διαδικασία - Επεξεργασία Δεδομένων (I)

Κατασκευάστε το κύκλωμα του παραπάνω σχήματος χρησιμοποιώντας την αντίσταση R_1 .

Πριν κλείσετε το διακόπτη καλέστε τον επιβλέποντα καθηγητή να ελέγξει το κύκλωμα σας.

1^{ος} τρόπος

Κλείστε το διακόπτη (δ) και περιστρέφοντας τα κατάλληλα κουμπιά του τροφοδοτικού, σημειώστε τις τιμές της τάσης του βολτομέτρου και της αντίστοιχης έντασης του αμπερομέτρου στον ΠΙΝΑΚΑ I. (Να πάρετε 2 ζευγάρια μετρήσεων). Βρείτε την αντίσταση για τα 2 ζευγάρια τιμών από το πηλίκο V/I και στη συνέχεια τον μέσο όρο των 2 αυτών τιμών και σημειώστε τα στον πίνακα I.

ΠΙΝΑΚΑΣ I

α/α	V(V)	I(A)	$R_{x1} = \frac{V}{I}$	Μέσος όρος R_{x1}
1				
2				

2^{ος} τρόπος

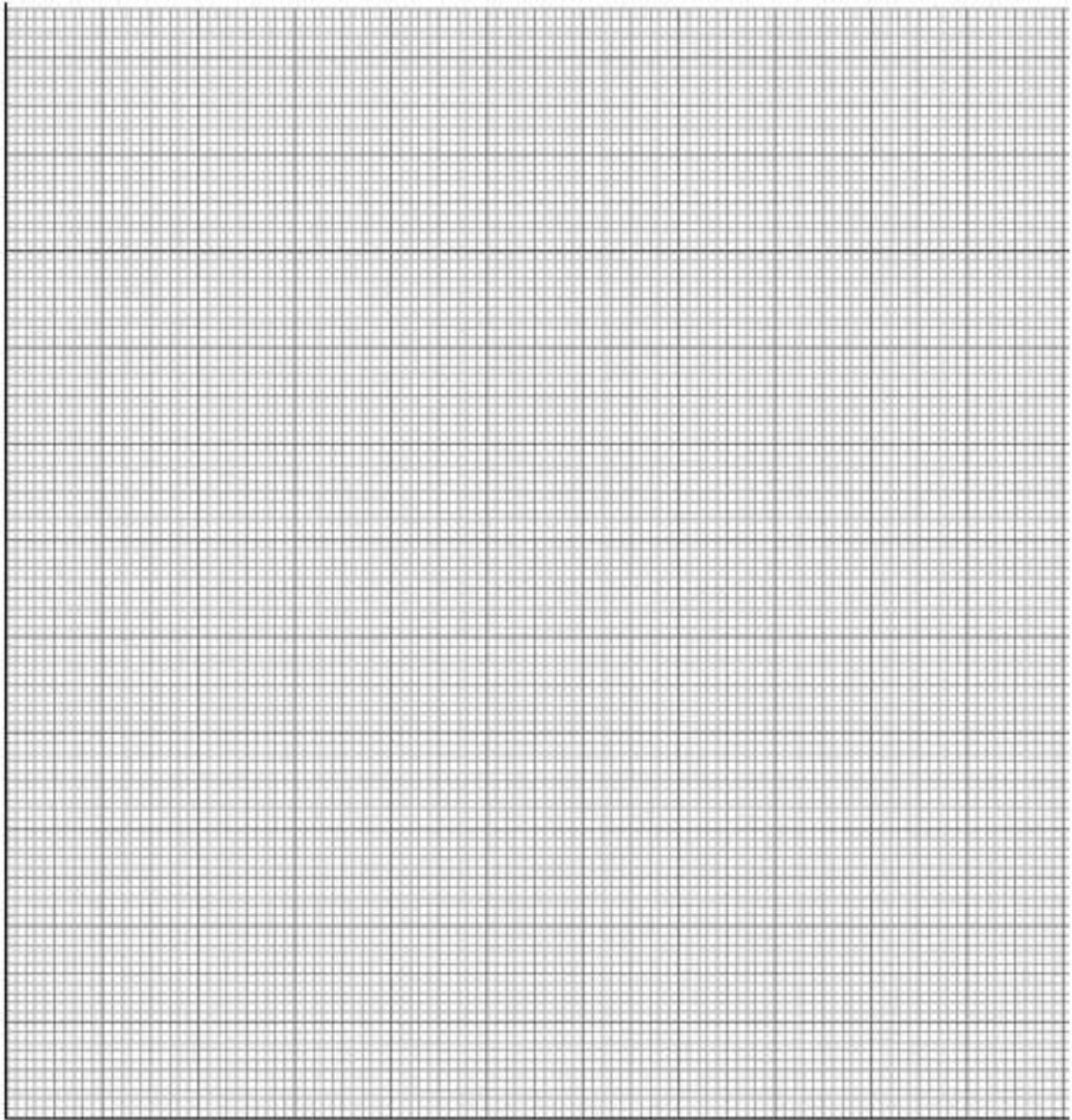
- A. Επαναλάβετε την παραπάνω διαδικασία και σημειώστε, τις τιμές της έντασης του αμπερομέτρου και τις αντίστοιχες τιμές της τάσης του βολτομέτρου στον ΠΙΝΑΚΑ II. (Να πάρετε συνολικά 5 μετρήσεις).

ΠΙΝΑΚΑΣ II

$R_v = 10 \text{ K}\Omega$

α/α	I(A)	V(V)	R'_{x1}
1			
2			
3			
4			
5			

Β. Κατασκευάστε τη γραφική παράσταση $I(V)$.



Από την παραπάνω γραφική παράσταση υπολογίστε την κλίση:

εφθ = -----

Γ. Από τον τύπο $R'_{x1} = \frac{1}{\varepsilon\phi\theta - \frac{1}{R_V}}$, υπολογίστε ξανά την τιμή της άγνωστης

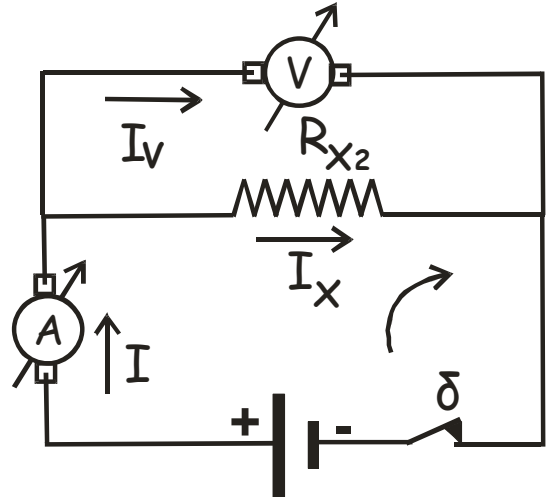
αντίστασης (στις πράξεις χρησιμοποιείτε 6 δεκαδικά ψηφία) και σημειώστε την τιμή της στον ΠΙΝΑΚΑ ΙΙ.

Πειραματική Διαδικασία - Επεξεργασία Δεδομένων (II)

Στο ίδιο κύκλωμα αντικαταστήστε την άγνωστη αντίσταση R_1 με την δεύτερη R_2 που θα βρείτε στον πάγκο σας.

1^{ος} τρόπος

Κλείστε το διακόπτη (δ) και περιστρέφοντας τα κατάλληλα κουμπιά του τροφοδοτικού, σημειώστε τις τιμές της τάσης του βολτομέτρου και της αντίστοιχης έντασης του αμπερομέτρου στον ΠΙΝΑΚΑ III. (Να πάρετε 2 μετρήσεις). Βρείτε την αντίσταση για τα 2 ζευγάρια τιμών από το πηλίκο V/I και στη συνέχεια τον μέσο όρο των 2 αυτών τιμών και σημειώστε τα στον πίνακα III.



ΠΙΝΑΚΑΣ III

α/α	V(V)	I(A)	$R_{x2} = \frac{V}{I}$	Μέσος όρος R_{x2}
1				
2				

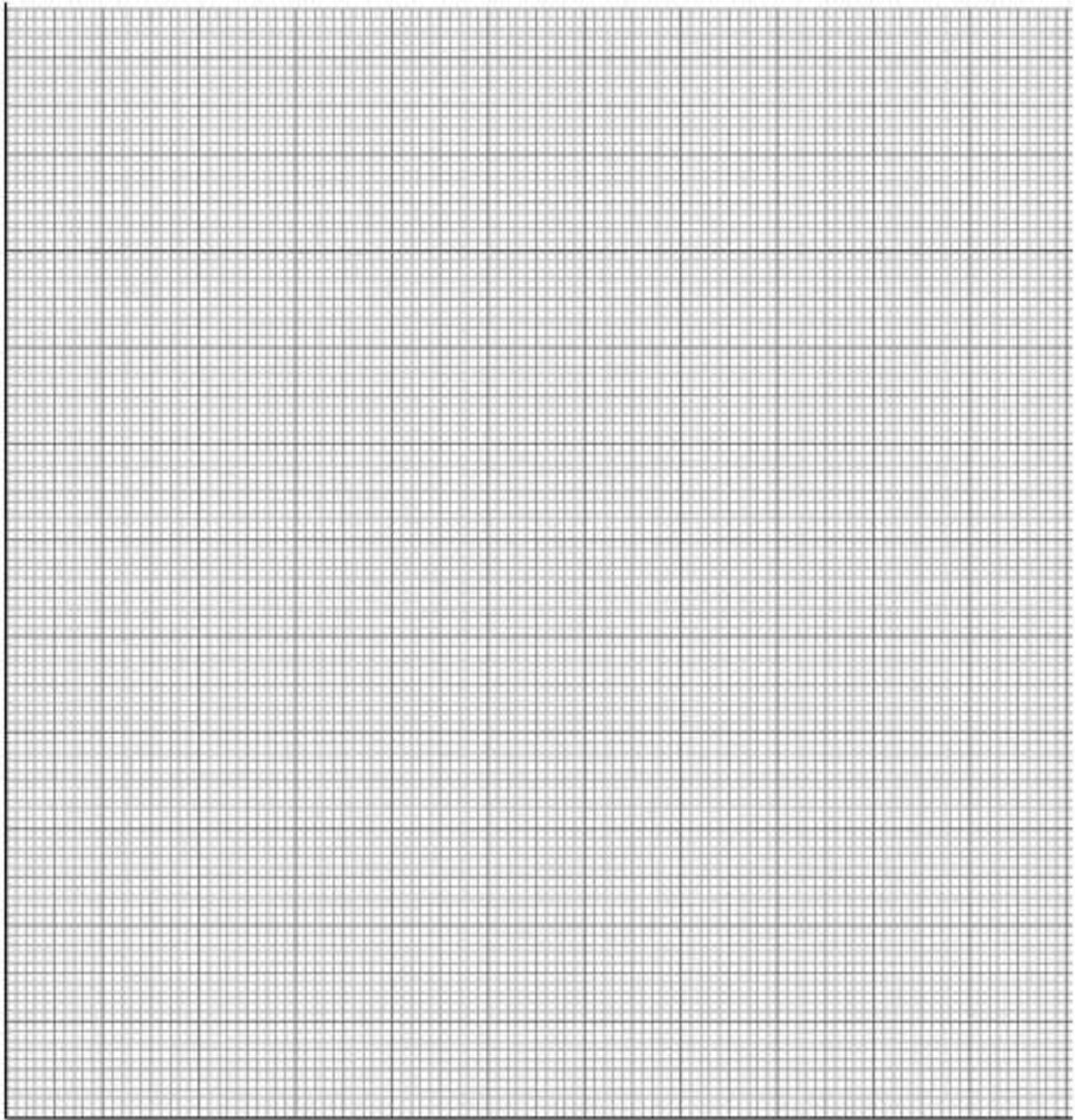
2^{ος} τρόπος

- A. Επαναλάβετε την παραπάνω διαδικασία και σημειώστε, τις τιμές της έντασης του αμπερομέτρου και τις αντίστοιχες τιμές της τάσης του βολτομέτρου στον ΠΙΝΑΚΑ IV. (Να πάρετε συνολικά 5 μετρήσεις).

ΠΙΝΑΚΑΣ IV. $R_V = 10 \text{ K}\Omega$

α/α	I(A)	V(V)	R'_{x2}
1			
2			
3			
4			
5			

Β. Κατασκευάστε νέα γραφική παράσταση I(V).



Από την παραπάνω γραφική παράσταση υπολογίστε την κλίση:

εφθ = -----

Γ. Από τον τύπο $R'_{x2} = \frac{1}{\varepsilon\phi\theta - \frac{1}{R_V}}$, υπολογίστε ξανά την τιμή της δεύτερης άγνωστης αντίστασης (**στις πράξεις χρησιμοποιείτε 6 δεκαδικά ψηφία**) και σημειώστε την τιμή της στον ΠΙΝΑΚΑ IV.

2^ο Μέρος

Θεωρητικοί υπολογισμοί - Επεξεργασία Δεδομένων

- A. Αποκαλύψτε τις πραγματικές τιμές των δυο άγνωστων αντιστατών R_1 και R_2 και συγκρίνετε τις με τις πειραματικές σας τιμές και στις δυο περιπτώσεις.

Ισχύει:

Περίπτωση 1. $R_1 \dots R_{x1}$ και $R_1 \dots R'_{x1}$

Περίπτωση 2. $R_2 \dots R_{x2}$ και $R_2 \dots R'_{x2}$

Στις παραπάνω εκφράσεις να συμπληρώσετε το κατάλληλο σύμβολο:

(\gg , \ll , $=$, \approx) (\gg : πολύ μεγαλύτερη, \ll : πολύ μικρότερη).

- B. Υπολογίστε το εκατοστιαίο σφάλμα στη μέτρηση της αντίστασης R_1 για τις δυο πειραματικές τιμές, (Νόμος Ohm (R_{x1}) και 1^{ος} Κανόνας Kirchhoff (R'_{x1})). Θεωρείται σημαντικά τα σφάλματα που βρήκατε;

- Γ. Υπολογίστε το εκατοστιαίο σφάλμα στη μέτρηση της αντίστασης R_2 για τις δυο πειραματικές τιμές, (Νόμος Ohm (R_{x2}) και 1^{ος} Κανόνας Kirchhoff (R'_{x2})). Θεωρείται σημαντικά τα σφάλματα που βρήκατε;

Δ. Πώς δικαιολογείτε τυχόν μεγάλα σφάλματα που βρήκατε στις τιμές των αντιστάσεων R_1 και R_2 ;

Ε. Με βάση τα παραπάνω ο πελάτης σας είχε δίκαιο; ΝΑΙ / ΟΧΙ

ΣΤ. Δικαιολογήστε την απάντησή σας

Καλή επιτυχία