(Σε header γράφουμε το όνομα του εργαστηρίου και της άσκησης)

Σκοπός της άσκησης: **(Το πολύ 5 γραμμές συνοπτικά τι διεξήχθη στο πείραμα και γιατί)**

Ο σκοπός της άσκησης είναι η εξοικείωση με τα βασικά όργανα μετρήσεων συνεχούς ρεύματος, και οι τρόποι χρήσης τους για τη μέτρηση του ρεύματος και των διαφορών δυναμικού για τον προσδιορισμό της αντίστασης γραμμικού και μη γραμμικού αγωγού.

Θεωρία: **(Μόνο τα απολύτως απαραίτητα και κυρίως τύποι που θα χρησιμοποιηθούν στο πείραμα και στην ανάλυση 1 – 3 σελίδες το πολύ ΟΧΙ αντιγραφή του βιβλίου μαζί με τα απαραίτητα σχήματα!!!)**

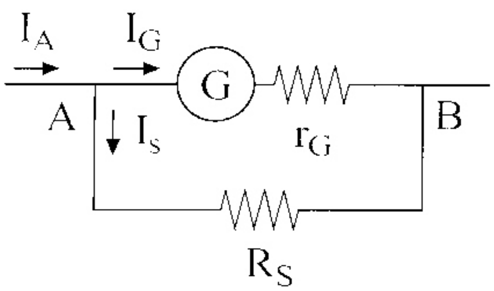
Σύστημα D’ Arsonval:

Τα περισσότερα αναλογικά όργανα μετρήσεων ρεύματος και τάσης χρησιμοποιούν ένα σύστημα που λέγεται D' Arsonval. Το σύστημα αυτό αποτελείται από ένα πεταλοειδή μαγνήτη, ένα πηνίο, ένα σύστημα στήριξης της βελόνας και ένα ελατήριο επαναφοράς.

Το γαλβανόμετρο:

Ένα απλό γαλβανόμετρο αποτελείται από το μηχανισμό D' Arsonval και μια κλίμακα με το μηδέν στο μέσο της. Τα απλά γαλβανόμετρα χρησιμοποιούνται για την ένδειξη ρεύματος σ' ένα κύκλωμα. Όταν το όργανο διαρρέεται από ρεύμα, ο δείκτης εκτρέπεται. Εκτός από την ένδειξη ρεύματος σε ένα κύκλωμα το γαλβανόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως όργανο μέτρησης ρεύματος (αμπερόμετρο) ή διαφοράς δυναμικού (βολτόμετρο).

Το αμπερόμετρο:



Σχήμα 1
(Πάντα αριθμούμε τα σχήματα)

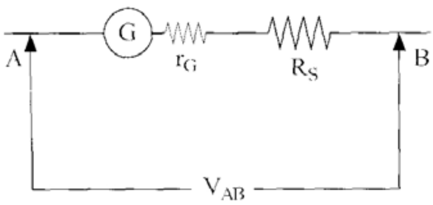
Το αμπερόμετρο αποτελείται από ένα γαλβανόμετρο στο οποίο συνδέεται παράλληλα μια αντίσταση R_S, όπως φαίνεται στο σχήμα 1, όπου r_G η εσωτερική αντίσταση του γαλβανομέτρου.

Από τον νόμο του Ohm $\left(I = \frac{V}{R}\right)$ (1) (ΠΑΝΤΑ αριθμούμε της εξισώσεις)

(Στο footer γράφουμε την ομάδα και τα μέλη. Επίσης γράφουμε πια σελίδα από τις πόσες)

βρίσκουμε, ότι, το ρεύμα I_S δίδεται από την σχέση: $I_S = I_G \frac{r_G}{R_S}$ (1), ενώ το συνολικό ρεύμα I_A που διαρρέει το αμπερόμετρο είναι: $I_A = I_S + I_G = I_G\left(1+\frac{r_G}{R_S}\right)$ (2). Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέγιστη τιμή του $I_A^{\max}$ καθορίζεται από την μέγιστη τιμή του ρεύματος $I_G^{\max}$, η R_S, για την οποία το αμπερόμετρο διαρρέεται από το μέγιστο δυνατό ρεύμα είναι:
$R_S = \frac{I_G^{\max} r_G}{I_A^{\max} - I_G^{\max}}$ (3).

Το βολτόμετρο:



Σχήμα 2

Το βολτόμετρο αποτελείται από ένα γαλβανόμετρο στο οποίο συνδέεται σε σειρά μια αντίσταση R_S, όπως φαίνεται στο σχήμα 2, όπου r_G η εσωτερική αντίσταση του γαλβανομέτρου. Από τον νόμο του Ohm $\left(I = \frac{V}{R}\right)$, βρίσκουμε, ότι, η διαφορά δυναμικού μεταξύ των Α και Β δίδεται από την σχέση: $V_{AB} = I_G\left(r_G + R_S\right)$ (4). Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέγιστη τιμή της τάσης $V_{AB}^{\max}$ καθορίζεται από την μέγιστη τιμή του ρεύματος $I_G^{\max}$, η R_S, για την οποία το βολτόμετρο μετρά την μέγιστη δυνατή τάση είναι: $R_S = \frac{V_{AB}^{\max}}{I_G^{\max}} - r_G$ (5).

Το πολύμετρο:

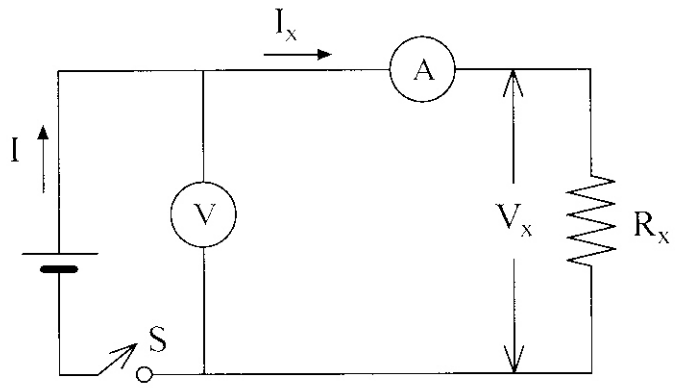
Καθώς όλα τα βασικά όργανα μετρήσεων χρησιμοποιούν το ίδιο βασικό όργανο (D' Arsonval) έχει σχεδιαστεί ένα όργανο που ονομάζεται πολύμετρο το οποίο με κατάλληλες επιλογές γίνεται αμπερόμετρο, ωμόμετρο (όργανο μέτρησης αντιστάσεων), βολτόμετρο. Το όργανο αυτό θα χρησιμοποιηθεί στη συγκεκριμένη άσκηση ως ωμόμετρο και αμπερόμετρο.

Διατάξεις μέτρησης αντιστάσεων:

Αν η $R_x >> r_A$, το σφάλμα από την παράλειψη της πτώσης δυναμικού στο αμπερόμετρο είναι αμελητέο και η V είναι περίπου ίση με V_x. Επομένως η διάταξη του σχήματος 3 είναι κατάλληλη για την μέτρηση μεγάλων αντιστάσεων R_x. Συγκεκριμένα έχουμε:

$$R_x = \frac{V}{I_x} - r_A = R_0 - r_A = R_0\left(1 - \frac{r_A}{R_0}\right) \text{ (6)},\ R_0 = \frac{V}{I}\ (I = I_x)$$

Επομένως, αν $R_0 >> r_A$, τότε: $R_x \cong R_0$.

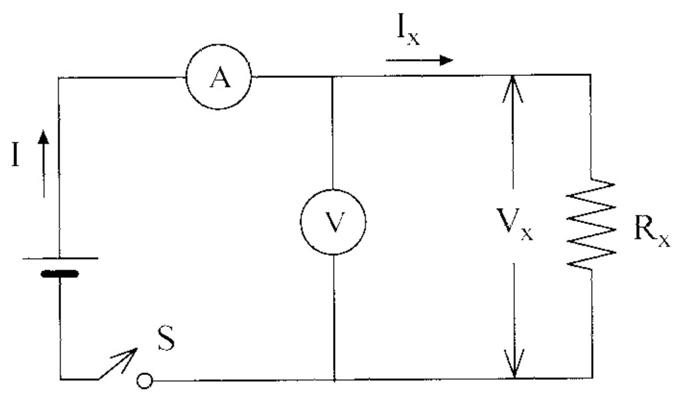


Σχήμα 3

Αν η $R_x << r_V$, το ρεύμα που περνάει από το βολτόμετρο είναι πολύ μικρό και το I είναι περίπου ίσο με I_x. Επομένως η διάταξη του σχήματος 4 είναι κατάλληλη για την μέτρηση μικρών αντιστάσεων R_x. Συγκεκριμένα έχουμε:

$$R_x = \frac{V}{I - I_V} = \frac{V}{I - \frac{V}{r_V}} = \frac{V}{\frac{V}{R_0} - \frac{V}{r_V}} = \frac{R_0 r_V}{(r_V - R_G)} \cong R_0\left(1 + \frac{R_0}{r_V}\right) \text{ (6)},\ R_0 = \frac{V}{I}\ (I = I_x)$$

Επομένως, αν $\frac{R_0}{r_V} << 1$, τότε: $R_x \cong R_0$.



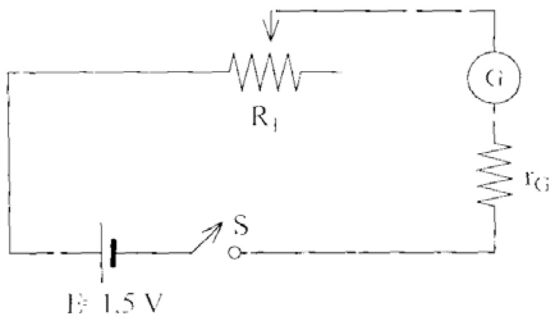
Σχήμα 4

Πειραματική Διαδικασία και Ανάλυση Μετρήσεων: (Περιγράφουμε την ακριβή διαδικασία του πειράματος… Δεν αντιγράφουμε το βιβλίο ή άλλες αναφορές… σχεδόν σε όλα κάθε φορά ζητάμε και κάτι διαφορετικό από τα προηγούμενα εξάμηνα και πολλοί την πατάτε Για αυτό ΠΡΟΣΟΧΗ τι λέμε κατά την εκτέλεση στης άσκησης)

Μέρος Α: Μέτρηση της εσωτερικής αντίστασης ενός γαλβανομέτρου.

Η εσωτερική αντίσταση του γαλβανομέτρου μας χρειάζεται αν θέλουμε να το μετατρέψουμε σε βολτόμετρο ή σε αμπερόμετρο. Η μέτρησή της γίνεται ως εξής χωρίς την χρήση ωμόμετρου:

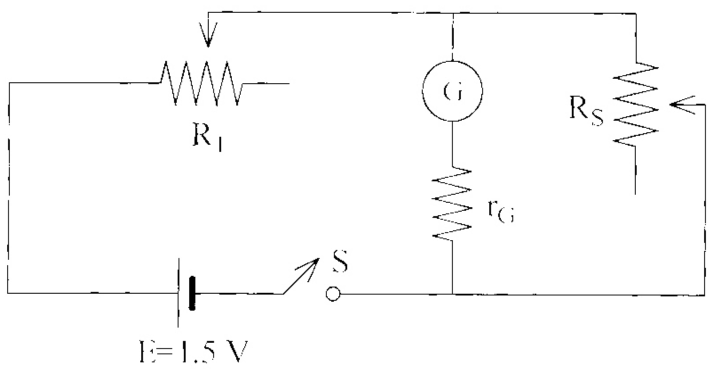
Συνδέουμε το κύκλωμα του σχήματος 5. Η R_1 είναι μεταβλητή αντίσταση (μέγιστη τιμή $R_1 = 10\text{K}\Omega$), την οποία ρυθμίζουμε στην μέγιστη τιμή της και σταδιακά την ελαττώνουμε ώσπου να παρατηρήσουμε μέγιστη απόκλιση στον δείκτη του γαλβανομέτρου.



Σχήμα 5

Στην συνέχεια προσθέτουμε μία μεταβλητή αντίσταση R_S (μέγιστη τιμή $R_S = 999\Omega$) παράλληλα στο γαλβανόμετρο, όπως φαίνεται στο σχήμα 6, την οποία έχουμε ρυθμίσει στην μέγιστη τιμή της. Ελαττώνουμε σταδιακά την R_S ώσπου η απόκλιση του δείκτη του γαλβανομέτρου να γίνει το μισό της μέγιστης. Ισχύει πως: $R_S = r_G$.

Σχήμα 6



Με την βοήθεια του πολύμετρου μετράμε την R_S και την εσωτερική αντίσταση του γαλβανομέτρου r_G.

Έχουμε:

$R_S = 80\Omega \pm 1\Omega$

(Κάθε μέτρηση γράφεται ΠΑΝΤΑ με το σφάλμα και τις μονάδες δίπλα της.)

$r_G = 83,4\Omega \pm 0,1\Omega$

(Κάθε μέτρηση γράφεται ΠΑΝΤΑ με το σφάλμα και τις μονάδες δίπλα της.)

Συγκρίνουμε τις μετρήσεις R_S και r_G

$\delta\iota\alpha\varphi o\rho\acute{\alpha}\% = \frac{|R_S - r_G|}{R_S} \cdot 100 = \frac{|80-83,4|}{80} \cdot 100 = 4,25\%$ (ΣΤΗΝ αναφορά ΔΕΝ γράφουμε τις πράξεις αναλυτικά…ΓΡΑΦΟΥΜΕ: τον τύπο και το αποτέλεσμα πριν επιλέξουμε τα σημαντικά ψηφία και μετά !!!!)

(Τα τελικά αποτελέσματα πρέπει να είναι ευδιάκριτα π.χ. σε κουτί η υπογραμμισμένα)

Σημείωση: Με την παραπάνω μαθηματική φόρμουλα υπολογίζουμε την απόκλιση της R_S από την r_G .

Μέρος Β: Μετατροπή γαλβανομέτρου σε βολτόμετρο και μέτρηση αντίστασης.

Για να μετατρέψουμε το γαλβανόμετρο που χρησιμοποιήσαμε στο μέρος Α σε βολτόμετρο, ικανό να μετράει τάσεις $V^{\max} = 5V$ με $I_G^{\max} = 500\mu A$, αρκεί να συνδέσουμε σε σειρά αντίσταση ίση με:

$R_S = \frac{V_{AB}^{\max}}{I_G^{\max}} - r_G = \frac{5}{500 \cdot 10^{-6}} - 80 = 9,92K\Omega \pm 1\Omega$ (ΣΤΗΝ αναφορά ΔΕΝ γράφουμε τις πράξεις αναλυτικά…ΓΡΑΦΟΥΜΕ: τον τύπο και το αποτέλεσμα πριν επιλέξουμε τα σημαντικά ψηφία και μετά !!!!)

$\Delta R_S = \left[\left(\Delta \left(\frac{V_{AB}^{\max}}{I_G^{\max}} \right) \right)^2 + \left(\Delta r_G \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = \left[0+1 \right]^{\frac{1}{2}} = \pm 1\Omega$ (ΠΑΝΤΑ αναφέρουμε τον τύπο από τον οποίο υπολογίσαμε το σφάλμα)

$r_{\pi\eta\gamma\eta\varsigma} = 50\Omega$

Σχηματίζουμε το κύκλωμα του σχήματος 3, χρησιμοποιώντας στην θέση της R_x μια αντίσταση $R_1 = [1,100]\mathrm{K}\Omega$.

Αυξάνοντας σταδιακά την τάση της πηγής, σημειώνουμε σε κατάλληλο πίνακα τις ενδείξεις του αμπερομέτρου και του βολτομέτρου για 5 τουλάχιστον ενδείξεις των οργάνων. Επαναλαμβάνουμε τα παραπάνω, χρησιμοποιώντας στην θέση της R_x μια αντίσταση $R_2 = [1,10]\Omega$.

Κατά συνέπεια, προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες:

Για $R_1 = 2,19K\Omega \pm 0,01K\Omega$ (μέτρηση με ωμόμετρο)

Πίνακας 1 (Πάντα αριθμούμε τους πίνακες)		
i	$V_i\ (V) \pm\ 0,2V$ (Γράφουμε το σφάλμα ή στην επικεφαλίδα της στήλης ή σε κάθε μέτρηση	$A_i\ (mA) \pm\ 0,01mA$ (ΠΡΟΣΟΧΗ στα σημαντικά Ψηφία)
1	1,6	0,75
2	2,0	0,93
3	2,2	1,06
4	2,6	1,14
5	2,8	1,27
6	3,4	1,57

Για $R_2 = 3,0\Omega \pm 0,1\Omega$ (μέτρηση με ωμόμετρο)

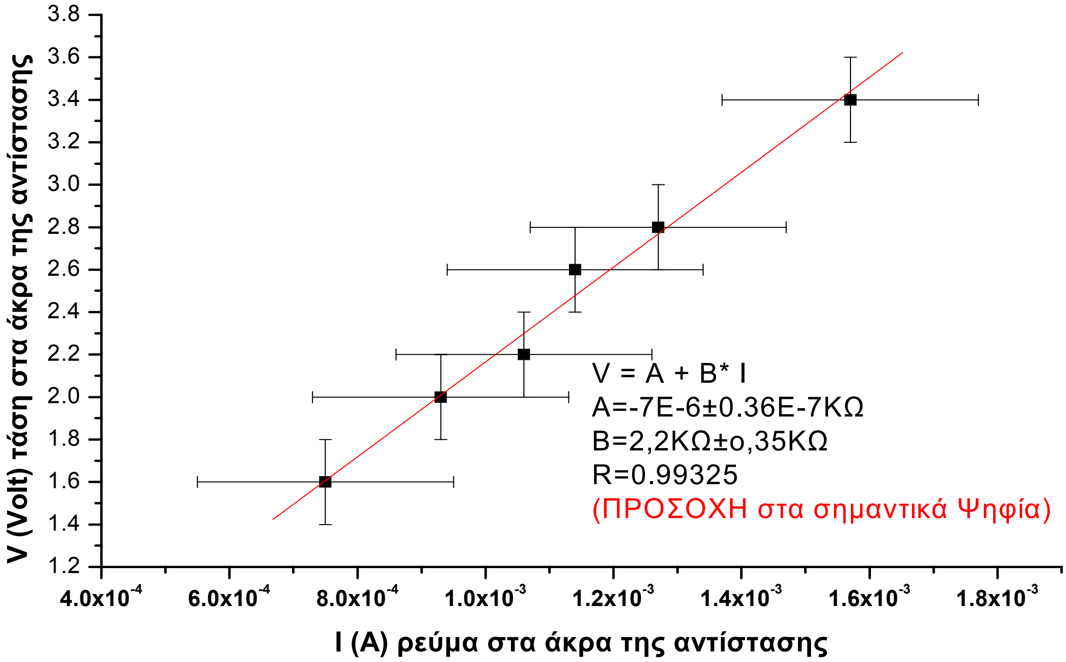
Πίνακας 2 (Πάντα αριθμούμε τους πίνακες)		
i	$V_i\ (V) \pm\ 0,2V$	$A_i\ (A) \pm\ 0,001A$
1	0,6	0,150
2	1,0	0,248
3	1,4	0,332
4	1,8	0,459
5	2,4	0,638
6	3,0	0,746

Αξιοποιώντας τα πειραματικά δεδομένα που φέρουν οι πίνακες 1 & 2, μπορούμε να προσδιορίζουμε πειραματικά τις τιμές των αντιστάσεων R_1 και R_2. Αυτό καθίσταται δυνατόν μέσω των διαγραμμάτων 1 και 2 από τους πίνακες 1 & 2 αντίστοιχα, της τάσης στα άκρα της αντίστασης συναρτήσει του ρεύματος που την διαρρέει (ΠΑΝΤΑ περιγράφουμε τι παρουσιάζεται στα διαγράμματα και σε τι χρησιμεύει και προσδιορίζουμε σε πιο πίνακα αντιστοιχεί πιο διάγραμμα) , καθώς η κλίση των προσαρμοσμένων στα σημεία ευθειών ισούται με την $R_{ολικο}$ (Νόμος Ohm) του κυκλώματος.

(Τα διαγράμματα δεν χρειάζεται να καταλαμβάνουν ολόκληρη Α4 αρκεί να φαίνεται καθαρά τα σημεία , τα error bars και η προσαρμοσμένη ευθεία με τα στοιχεία της. Απαραίτητο τίτλος και επικεφαλίδα σε κάθε διάγραμμα)

(Σε header γράφουμε το όνομα του εργαστηρίου και της άσκησης)

<u>Διάγραμμα 1 : Για R1 τάση στα άκρα της αντίστασης συναρτήσει του ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση</u>



(Στην πρότυπη αναφορά για αποτροπή αντιγραφής θα επεξεργαστούμε τα στοιχεία και τις μετρήσεις μόνο για την R1 κανονικά γίνεται ότι για την R1και για την R2 μην παραμελείται καμία ανάλυση και το ομοίως απλά δηλώνει πως δεν χρειάζεται να ξαναγράφουν πολλά σχόλια για το τι ακριβώς κάνατε ΟΧΙ πως δεν γινεται και δεν καταγράφεται η ανάλυση των πειραματικών μετρήσεων)

Έτσι, έχουμε:

Αν θεωρήσουμε ιδανικά τα όργανα που χρησιμοποιήσαμε (τροφοδοτικό, αμπερόμετρο και βολτόμετρο), τότε $R_{ολικο} = R_x$.

Από την κλίση του διαγράμματος 1 έχουμε:

$$κλιση = R_{ολικο} = R_1 = 2,23K\Omega \pm 0,32K\Omega$$

Αν λάβουμε υπόψη τις εσωτερικές αντιστάσεις των οργάνων που χρησιμοποιήσαμε (τροφοδοτικό και βολτόμετρο), τότε

$$κλιση = R_{ολικο} = \frac{r_V R_x}{r_V + R_x} + r \Leftrightarrow R_x = \frac{r_V\left(R_{ολικο} - r\right)}{r_V + r - R_{ολικο}}, \quad r_V = r_G + R_S$$

(Στο footer γράφουμε την ομάδα και τα μέλη. Επίσης γράφουμε πια σελίδα από τις πόσες)

$$\kappa\lambda\iota\sigma\eta = R_{o\lambda\iota\kappa o} = \frac{r_V R_1}{r_V + R_1} + r \Leftrightarrow R_1 = \frac{10000(2230-50)}{10000+50-2230} = 2{,}79K\Omega$$ (Διάγραμμα 1)

Εν συνεχεία, σχηματίζουμε το κύκλωμα του σχήματος 4, χρησιμοποιώντας στην θέση της R_x μια αντίσταση $R_1 = [1{,}100]\mathrm{K}\Omega$.
Αυξάνοντας σταδιακά την τάση της πηγής, σημειώνουμε σε κατάλληλο πίνακα τις ενδείξεις του αμπερομέτρου και του βολτομέτρου για 5 τουλάχιστον ενδείξεις των οργάνων. Επαναλαμβάνουμε τα παραπάνω, χρησιμοποιώντας στην θέση της R_x μια αντίσταση $R_2 = [1{,}10]\Omega$.

Κατά συνέπεια, προκύπτουν οι παρακάτω πίνακες:

$R_1 = 2{,}19K\Omega \pm 0{,}01K\Omega$ (μέτρηση με ωμόμετρο)

Πίνακας 3

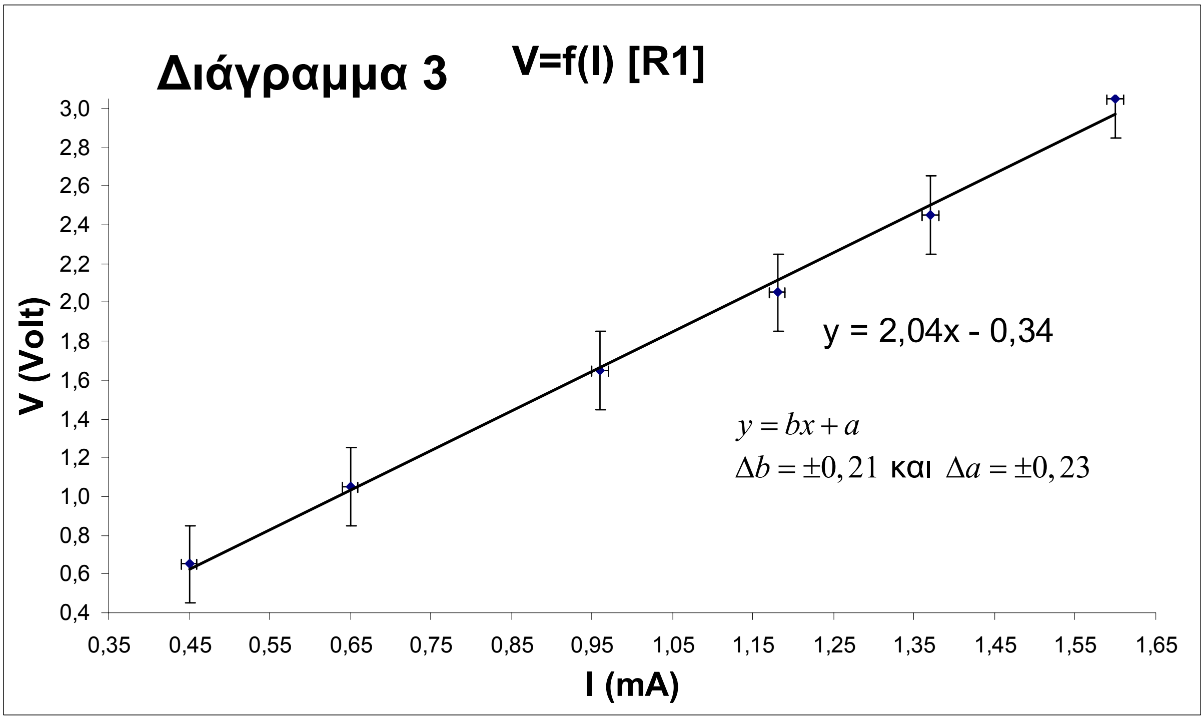
i	$V_i\ (V) \pm 0{,}2V$	$A_i\ (mA) \pm 0{,}01mA$
1	0,6	0,45
2	1,0	0,65
3	1,6	0,96
4	2,0	1,18
5	2,4	1,37
6	3,0	1,60

$R_2 = 3{,}0\Omega \pm 0{,}1\Omega$ (μέτρηση με ωμόμετρο

Πίνακας 4

i	$V_i\ (V) \pm 0{,}2V$	$A_i\ (A) \pm 0{,}001A$
1	0,2	0,099
2	0,8	0,234
3	1,0	0,307
4	1,4	0,432
5	1,8	0,526
6	2,0	0,580

Αξιοποιώντας τα πειραματικά δεδομένα που φέρουν οι παραπάνω πίνακες, προσδιορίζουμε πειραματικά τις τιμές των αντιστάσεων R_1 και R_2. Αυτό καθίσταται δυνατόν με τα παρακάτω διαγράμματα 1 και 2, καθώς η κλίση των προσαρμοσμένων στα σημεία ευθειών ισούται με την $R_{ολικο}$ του κυκλώματος.



Έτσι, έχουμε:
Αν θεωρήσουμε ιδανικά τα όργανα που χρησιμοποιήσαμε (τροφοδοτικό, αμπερόμετρο και βολτόμετρο), τότε $R_{ολικο} = R_x$.

$$\kappa\lambda\iota\sigma\eta = R_1 = 2,04K\Omega \pm 0,21K\Omega$$

(Διάγραμμα 3)

Αν λάβουμε υπόψη τις εσωτερικές αντιστάσεις των οργάνων που χρησιμοποιήσαμε (τροφοδοτικό και βολτόμετρο), τότε

$$\kappa\lambda\iota\sigma\eta = R_{ολικο} = \frac{r_V R_x}{r_V + R_x} + r \Leftrightarrow R_x = \frac{r_V\left(R_{ολικο} - r\right)}{r_V + r - R_{ολικο}}, \quad r_V = r_G + R_S$$

$$\kappa\lambda\iota\sigma\eta = R_{ολικο} = \frac{r_V R_1}{r_V + R_1} + r \Leftrightarrow R_1 = \frac{10000\left(2040 - 50\right)}{10000 + 50 - 2040} = 2,48K\Omega$$

(Διάγραμμα 3)

(Το τελευταίο μέρος δεν παρουσιάζεται στην πρότυπη αναφορά καθώς δεν παρουσιάζει κάποιο διαφορετικό θέμα όσο αφορά την γραφή αναφορών)

Σύνοψη αποτελεσμάτων – Συμπεράσματα:

ΑΠΑΝΤΑΜΕ ΣΕ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΕΡΩΤΗΜΑ ΘΕΤΕΙ Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΙ ΚΡΙΝΟΥΜΕ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕ ΑΝ ΗΤΑΝ ΕΠΙΤΥΧΙΑ Ή ΑΠΟΤΥΧΙΑ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΤΟΝ ΝΟΜΩΝ ΤΗΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΟΥ ΤΟ ΔΙΕΠΟΥΝ.
ΠΡΟΣΟΧΗ!!!!! ΧΩΡΙΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΘΕΩΡΕΙΤΑΙ ΗΜΙΤΕΛΗΣ….. ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΗΛΑΔΗ ΑΡΙΣΤΑ ΤΟ 5 ΚΑΙ ΟΧΙ ΤΟ 10.

Δίνεται δειγματοληπτικά κάποιο συμπέρασμα από το Β μέρος

Μέρος Β: Μετατροπή γαλβανομέτρου σε βολτόμετρο και μέτρηση αντίστασης.

Παρατηρούμε τα εξής:

Η εκατοστιαία διαφορά μεταξύ της πειραματικής μέτρησης της R_1 του σχήματος 3 και της γνωστής τιμής R_1 από το ωμόμετρο, είναι:

$$\delta\iota\alpha\phi o\rho\acute{\alpha}\% = \frac{|R_1 - R_1^{\sigma\chi 3}|}{R_1}\cdot 100 = \frac{|2,19-2,23|}{2,19}\cdot 100 = 1,83\%$$

Η εκατοστιαία διαφορά μεταξύ της πειραματικής μέτρησης της R_1 του σχήματος 4 και της γνωστής τιμής R_1 από το ωμόμετρο, είναι:

$$\delta\iota\alpha\phi o\rho\acute{\alpha}\% = \frac{|R_1 - R_1^{\sigma\chi 4}|}{R_1}\cdot 100 = \frac{|2,19-2,04|}{2,19}\cdot 100 = 6,85\%$$

Κατά συνέπεια, την μεγαλύτερη ακρίβεια στην μέτρηση της R_1, είχαμε στο κύκλωμα του σχήματος 3, καθώς η αντίστοιχη εκατοστιαία διαφορά προκύπτει μικρότερη από αυτήν του κυκλώματος του σχήματος 4. Επαληθεύεται, έτσι, η θεωρητική πρόταση, ότι μεγάλες αντιστάσεις μπορούν να μετρηθούν με μεγάλη ακρίβεια μόνο σε κυκλώματα, εφάμιλλων

αυτού του σχήματος 3.

Ερωτήσεις:

ΑΠΑΝΤΑΜΕ ΣΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΚΑΙ ΟΣΕΣ ΕΙΝΑΙ ΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ Ή ΜΑΣ ΕΧΕΙ ΔΩΣΕΙ ΠΡΟΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ Ο ΔΙΔΑΣΚΩΝ