

**ΖΥΓΟΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΗ  
ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ  $e/m$  ΤΟΥ  
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟΥ**

**SE252**

**ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΟΔΗΓΙΩΝ ΧΡΗΣΕΩΣ**

## ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΖΥΓΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

### 1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Ο ζυγός ρεύματος αποτελείται από μία εποξική πλακέτα ορθογωνικού σχήματος στην οποία έχει δημιουργηθεί περιμετρικά αγωγός που καταλήγει σε άγκιστρα ανάρτησης τοποθετημένα στη μέση της κάθε μεγάλης πλευράς. Έτσι, η πλακέτα μπορεί να αναρτάται σε κατάλληλα αγωγιμα στηρίγματα στερεωμένα στην άκρη του σωληνοειδούς πηνίου ούτως ώστε το μισό μέρος της να βρίσκεται μέσα στο πηνίο και το άλλο μισό έξω απ' αυτό. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να διοχετεύεται ρεύμα στο ζυγό. Το ρεύμα μπορεί να είναι αυτό που διαρρέει το πηνίο ή και διαφορετικό. Όταν ο ζυγός είναι αναρτημένος στη θέση του και ισορροπημένος στην οριζόντια θέση, το κομμάτι του αγωγού που αντιστοιχεί στη στενή πλευρά της πλακέτας έχει θέση κάθετη προς το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται στο εσωτερικό του πηνίου όταν αυτό διαρρέεται από ρεύμα. Εάν ταυτόχρονα διαρρέεται από ρεύμα και ο αγωγός του ζυγού αναπτύσσεται στον αγωγό η δύναμη Laplace η οποία ανατρέπει την ισορροπία του. Η δύναμη που αναπτύσσεται μπορεί να μετρηθεί ισορροπώντας την πλακέτα στην οριζόντια θέση με την προσθήκη καταλλήλων βαριδίων και εν συνεχεία μέτρηση του συνολικού βάρους.

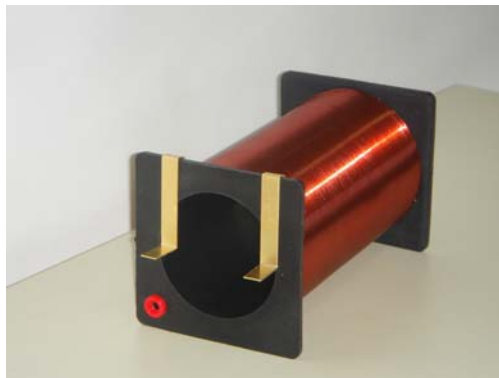
Για την εκτέλεση της άσκησης απαιτείται η χρήση πολύ μικρών βαρών τα οποία είναι δύσκολο να μετρηθούν. Τα απαιτούμενα βάρη είναι της τάξεως εκατοστών του γραμμαρίου (0,01gr). Δημιουργούμε τέτοια βάρη από τμήματα πολύκλωνου καλωδίου αφαιρώντας το μονωτικό μανδύα και ζυγίζοντας ένα μήκος του γυμνού καλωδίου π.χ. 10cm. Γνωρίζοντας το βάρος αυτό και τον αριθμό των κλώνων (συρμάτων) του καλωδίου, μπορούμε να υπολογίσουμε πόσο πρέπει να είναι το μήκος του σύρματος που αντιστοιχεί σε βάρος 0,01gr.

Ο διατιθέμενος εξοπλισμός περιλαμβάνει ένα σωληνοειδές πηνίο 550 σπειρών και σταθεράς  $k = 4,4 \times 10^{-3} \text{ N/Am}^2$  και 3 ζυγούς ρεύματος με ενεργά μήκη 2,1cm, 3,1cm και 4,1cm.

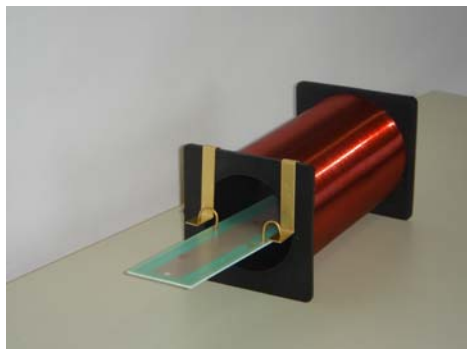
Εκτός από τον εξοπλισμό αυτό απαιτείται ένα τροφοδοτικό 0-20 V DC με ικανότητα παροχής ρεύματος μέχρι 4A, ένα πολύμετρο με ικανότητα μέτρησης μέχρι 5A DC και καλώδια σύνδεσης (περιλαμβάνονται στο σετ).

## 2. ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ

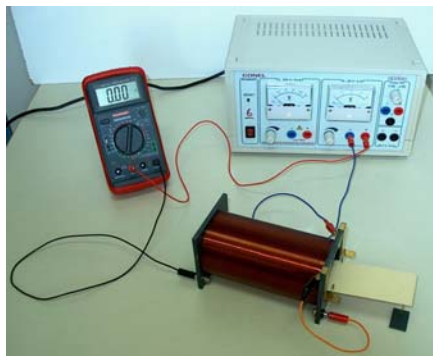
- Προσαρμόζουμε τα ορειχάλκινα ελάσματα ανάρτησης στο πλαίσιο του πηνίου όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, αφού πιέσουμε το διπλά διαμορφωμένο άκρο τους ώστε να σφίγγουν σταθερά πάνω στο πλαίσιο του πηνίου.



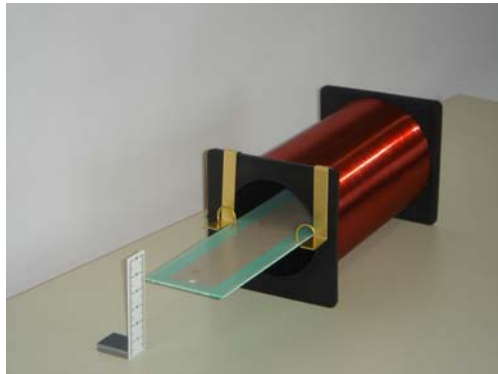
- Αναρτούμε την εποξική πλακέτα με το μικρότερο πλάτος (3cm με ενεργό μήκος αγωγού κάθετου προς το μαγνητικό πεδίο 2,1cm) μέσα στο πηνίο τοποθετώντας τα άγκιστρα ανάρτησης πάνω στα ελάσματα ανάρτησης που έχουμε προσαρμόσει στο πηνίο. Βεβαιωνόμαστε ότι μέσα στο πηνίο είναι τοποθετημένη η πλευρά της πλακέτας στην οποία υπάρχει περιμετρικά ο αγωγός που συνδέει τα δύο άγκιστρα ανάρτησης.



- Συνδέουμε τα μέρη της διάταξης, τροφοδοτικό (έξοδος 0-20V DC), σωληνοειδές, πολύμετρο ρυθμισμένο για μέτρηση ρεύματος 5A DC, ζυγός ρεύματος σε σειρά όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, έχοντας το τροφοδοτικό εκτός λειτουργίας.



- Ισορροπούμε το ζυγό ρεύματος ώστε να είναι οριζόντιος, στρέφοντας ελαφρά (αριστερά, δεξιά) τα σκέλη στήριξής του. Απόλυτη οριζοντίωση δεν είναι απαραίτητη απαιτείται όμως να υπάρχει μια στάθμη αναφοράς της θέσης της πλακέτας. Για το λόγο αυτό, τοποθετούμε τη μικρή βαθμονομημένη κλίμακα που περιλαμβάνεται στο σετ δίπλα ακριβώς από την μικρή πλευρά του (οριζοντιωμένου με το μάτι) ζυγού και σημειώνουμε τη θέση ισορροπίας της όπως προκύπτει από την κλίμακα.



### 3. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

- Γυρίζουμε το κουμπί ρύθμισης τάσης εξόδου του τροφοδοτικού τέρμα αριστερά (θέση 0 V).
- Θέτουμε το τροφοδοτικό σε λειτουργία.
- Δημιουργούμε 20 βαρίδια των 0,01gr κόβοντας συρματάκια από πολύκλωνο καλώδιο σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω (το πολύκλωνο καλώδιο απαρτίζεται συνήθως από επτά συνεστραμμένα σύρματα).
- Διαμορφώνουμε δύο συρματάκια σαν μπαστουνάκια και τα κρεμάμε στην τρύπα που είναι ανοιγμένη στο μέσον της μικρής πλευράς της εποξικής πλακέτας. Παρατηρούμε ότι η πλακέτα θα γείρει προς τα κάτω.
- Αυξάνουμε αργά την τάση εξόδου του τροφοδοτικού μέχρις ότου η εποξική πλακέτα επανέλθει στην αρχική της θέση πάνω στην κλίμακα (αυτή που έχουμε σημειώσει σύμφωνα με τα αναφερόμενα παραπάνω). Σημειώνουμε την ένδειξη του πολυμέτρου.

**Σημείωση:** Εάν αυξάνοντας την τάση εξόδου του τροφοδοτικού η πλακέτα γείρει περισσότερο προς τα κάτω, αντιστρέφουμε τα καλώδια τροφοδοσίας του ζυγού (αυτά που συνδέονται στα δύο άγκιστρα).

- Κρεμούμε στο άκρο της εποξικής πλακέτας άλλα δύο συρματάκια. Η πλακέτα θα γείρει πάλι προς τα κάτω. Την επαναφέρουμε και πάλι στην αρχική της θέση αυξάνοντας αργά την τάση εξόδου του τροφοδοτικού και καταγράφουμε το ρεύμα του κυκλώματος
- Συνεχίζουμε κατά τον ίδιο τρόπο προσθέτοντας δύο βαρίδια κάθε φορά (μέχρι 16 ή 18 βαρίδια συνολικά) και καταγράφουμε κάθε φορά το ρεύμα που απαιτείται για την επαναφορά του ζυγού στην αρχική θέση ισορροπίας.
- Θέτουμε το τροφοδοτικό εκτός λειτουργίας.

#### 4. ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

- Αντικαθιστούμε τον ζυγό ρεύματος με αυτόν που έχει πλάτος 4cm (με ενεργό μήκος αγωγού κάθετου προς το μαγνητικό πεδίο 3,1cm) και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία καταγράφοντας τις μετρήσεις
- Θέτουμε το τροφοδοτικό εκτός λειτουργίας.
- Αντικαθιστούμε τον ζυγό ρεύματος με αυτόν που έχει το μεγαλύτερο πλάτος (5cm, με ενεργό μήκος αγωγού κάθετου προς το μαγνητικό πεδίο 4,1cm) και επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία καταγράφοντας τις μετρήσεις

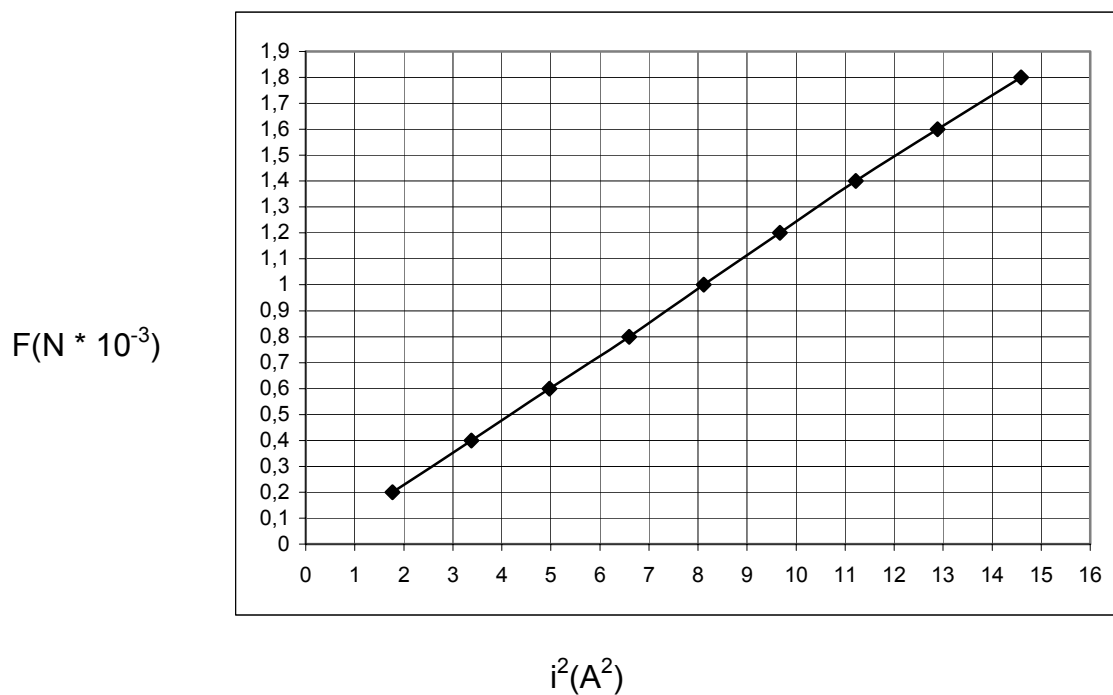
#### 5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

- Υπολογίζουμε το πεδίο B για κάθε ρεύμα.
- Σχεδιάζουμε σε χαρτί μιλλιμετρέ τα διαγράμματα  $(F, i)$ ,  $(F, i^2)$  για τα τρία μήκη των ζυγών.
- Σχεδιάζουμε σε χαρτί μιλλιμετρέ το διάγραμμα  $(F, l)$ .
- Σχεδιάζουμε το διάγραμμα  $(B, i)$  και υπολογίζουμε τη σταθερά  $k$  του πηνίου.

## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Μήκος ζυγού: 3,1cm

Αριθμός βαριδίων	F (N)	i (A)	i <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	B (T)
2	0,02 * 10 <sup>-2</sup>	1,33	1,77	4,85 * 10 <sup>-3</sup>
4	0,04 * 10 <sup>-2</sup>	1,84	3,38	6,42 * 10 <sup>-3</sup>
6	0,06 * 10 <sup>-2</sup>	2,23	4,97	8,68 * 10 <sup>-3</sup>
8	0,08 * 10 <sup>-2</sup>	2,57	6,60	9,81 * 10 <sup>-3</sup>
10	0,10 * 10 <sup>-2</sup>	2,85	8,12	11,31 * 10 <sup>-3</sup>
12	0,12 * 10 <sup>-2</sup>	3,11	9,67	12,44 * 10 <sup>-3</sup>
14	0,14 * 10 <sup>-2</sup>	3,35	11,22	13,48 * 10 <sup>-3</sup>
16	0,16 * 10 <sup>-2</sup>	3,59	12,89	14,37 * 10 <sup>-3</sup>
18	0,18 * 10 <sup>-2</sup>	3,82	14,59	15,20 * 10 <sup>-3</sup>



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Η δύναμη Laplace που αναπτύσσεται σ' έναν αγωγό μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο δίνεται από τη σχέση

$$F_L = i \cdot l \cdot B \cdot \sin \theta \quad (1)$$

Γνωρίζοντας το ρεύμα που διαρρέει ένα πηνίο, το μήκος του αγωγού και τη γωνία του σε σχέση με τις μαγνητικές γραμμές μπορούμε να μετρήσουμε τη δύναμη  $F_L$  και επομένως να υπολογίσουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Είναι γνωστό ότι η ένταση του μαγνητικού πεδίου μέσα σε σωληνοειδές πηνίο, δίνεται από τη σχέση

$$B = k \cdot i \quad (2)$$

όπου  $k$  η σταθερά του πηνίου. Γνωρίζοντας το  $B$  για συγκεκριμένο ρεύμα μπορούμε να υπολογίσουμε τη σταθερά  $k$ .

Είναι επίσης γνωστό ότι το  $B$  στο μέσον σωληνοειδούς δίνεται από τη σχέση

$$B = \mu_0 n i \quad (3)$$

όπου  $n$ , ο αριθμός σπειρών ανά μονάδα μήκους του πηνίου.

Από τις εξισώσεις (1) και (3) προκύπτει ότι

$$F_L = \mu_0 \cdot n \cdot l \cdot i^2 \cdot \sin \theta \quad (4)$$

και επομένως μετρώντας τη δύναμη Laplace και γνωρίζοντας τον αριθμό των σπειρών ανά μονάδα μήκους του πηνίου μπορούμε να υπολογίσουμε το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο.

## ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ $e/m$ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟΥ

### 1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Ο διατιθέμενος εξοπλισμός περιλαμβάνει:

1. Καθοδικό σωλήνα μέσα σε προστατευτικό κυλινδρικό σωλήνα και κατάλληλη βάση στήριξης / τροφοδοσίας
2. Σωληνοειδές χωρίς πυρήνα καταλλήλων διαστάσεων
3. Καλώδια συνδέσεων, τέσσερα ζεύγη

Απαιτούμενος πρόσθετος εξοπλισμός:

1. Τροφοδοτικό χαμηλών και υψηλών σταθεροποιημένων τάσεων DC
2. Αμπερόμετρο 0-5 A DC ή πολύμετρο με αντίστοιχη περιοχή

### 2. ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ

- Τοποθετούμε τον καθοδικό σωλήνα στο εσωτερικό του σωληνοειδούς και τα δύο μαζί στις υποδοχές της βάσης στήριξης / τροφοδοσίας του καθοδικού σωλήνα. Το σωληνοειδές στηρίζεται στο εμπρόσθιο τμήμα του πάνω σε συρόμενο πάνω-κάτω βραχίονα σχήματος Y που ρυθμίζει την κλίση του καθοδικού σωλήνα, ώστε να είναι δυνατή η ευθυγράμμιση του δημιουργούμενου μαγνητικού πεδίου προς το μαγνητικό πεδίο της Γης στη συγκεκριμένη τοποθεσία όπου διεξάγεται το πείραμα. Για τη σταθερή συγκράτηση του σωληνοειδούς πάνω στο βραχίονα, ώστε να μην ανατρέπεται ακόμη και σε περιπτώσεις μεγάλης κλίσης, χρησιμοποιείται ένας από τους λαστιχένιους ιμάντες (λάστιχο συσκευασίας) από αυτούς που περιλαμβάνονται στο σετ όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί. Ο προσανατολισμός του σωληνοειδούς πρέπει να είναι τέτοιος ώστε ο κόκκινος ακροδέκτης του να βρίσκεται στο εμπρόσθιο μέρος της βάσης.





- Με το τροφοδοτικό εκτός λειτουργίας συνδέουμε :
  - το θετικό ακροδέκτη της εξόδου 0-20V DC του τροφοδοτικού με τον κόκκινο ακροδέκτη του πηνίου αφού προηγουμένως παρεμβάλετε στο κύκλωμα το πολύμετρο ή το αμπερόμετρο. Το αμπερόμετρο πρέπει να είναι ρυθμισμένο για μέτρηση ρευμάτων έως 1,5 A.
  - τον αρνητικό ακροδέκτη της εξόδου 0-20V DC του τροφοδοτικού με τον μαύρο ακροδέκτη του πηνίου.
  - την έξοδο υψηλής τάσης DC με τους ακροδέκτες ΑΝΟΔΟΣ – ΚΑΘΟΔΟΣ της βάσης, προσέχοντας τις πολικότητες (ο κόκκινος σηματολόγηττης στην άνοδο).
  - την έξοδο 6,3 V AC με τους ακροδέκτες ΝΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ της βάσης



- Γυρίζουμε το κουμπί ρύθμισης τάσης εξόδου 0-20V DC του τροφοδοτικού τέρμα αριστερά.
- Ρυθμίζουμε την υψηλή τάση στα 250 ή 300 Vdc εάν το τροφοδοτικό είναι συνεχούς ρύθμισης ή χρησιμοποιούμε την έξοδο 250 Vdc εάν το τροφοδοτικό είναι σταθερών τάσεων. Στην οθόνη του σωλήνα θα εμφανιστεί μία φωτεινή κηλίδα. Χρησιμοποιώντας το κουμπί της εστίασης πάνω στην βάση εστιάζουμε την κηλίδα ώστε να είναι στρογγυλή και κατά το δυνατόν σημειακή.
- Περιστρέφουμε τη βάση στήριξης / τροφοδοσίας παρατηρώντας τη φωτεινή κηλίδα ώστε αυτή να συμπέσει στο κέντρο του διαγραμμισμένου δίσκου. Πιθανόν να χρειαστεί να αλλάξει και η κλίση του συστήματος πηνίου / καθοδικού σωλήνα. Για να το επιτύχουμε αυτό χαλαρώνουμε την πεταλούδα σταθεροποίησης του βραχίονα ανύψωσης του πηνίου και αφού το ρυθμίσουμε στην κατάλληλη θέση την ξανασφίγγουμε.



- Περιστρέφουμε τον διαφανή πλαστικό σωλήνα που περιβάλλει τον καθοδικό σωλήνα 2BP1 μέσα στο καρούλι του πηνίου σε διάφορες θέσεις, αυξομειώνοντας σε κάθε θέση την τάση εξόδου 0 – 20 V μεταξύ 0 και 4 V περίπου. Παρατηρούμε ότι στις περισσότερες θέσεις του σωλήνα η κηλίδα μετατοπίζεται από την αρχική της θέση. Αφήνουμε τον πλαστικό σωλήνα σ' εκείνη τη θέση που η μετατόπιση της κηλίδας είναι μηδενική ή πολύ μικρή.
- Συνδέουμε τον αρνητικό ακροδέκτη της εξόδου  $\pm 5V$  DC του τροφοδοτικού στον μαύρο ακροδέκτη των πλακιδίων οριζόντιας απόκλισης X-X' και τον θετικό ακροδέκτη της εξόδου  $\pm 5V$  DC στον κόκκινο ακροδέκτη των πλακιδίων X-X'. Παρατηρούμε ότι η κηλίδα μετακινείται σε μία νέα θέση. Περιστρέφουμε το διαγραμμισμένο δίσκο ώστε ο άξονας X-X' να συμπίπτει με την κατεύθυνση μετακίνησης της κηλίδας από την αρχική στη νέα της θέση.
- Αυξάνουμε αργά την τάση εξόδου 0-20 V DC με την οποία τροφοδοτείται το πηνίο. Παρατηρούμε ότι η κηλίδα τείνει να διαγράψει στην οθόνη μία σχεδόν κυκλική τροχιά (μόνον για ένα τεταρτημόριο του κύκλου ή και λίγο παραπάνω). Σημειώνουμε το ρεύμα που διαρρέει το πηνίο όταν η κηλίδα συναντήσει τον άξονα Ψ-Ψ'.
- Με βάση την παραπάνω μέτρηση και λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι η απόσταση πλακιδίων X-X' - οθόνης (D) είναι ίση με 7,0cm και ότι η σταθερά του σωληνοειδούς είναι  $4,4 \times 10^{-3} \text{ N/Am}^2$ , υπολογίζουμε το λόγο  $e/m$  του ηλεκτρονίου.
- Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία χρησιμοποιώντας τάσεις ανόδου-καθόδου 375V και 500V και υπολογίζουμε το λόγο  $e/m$  για κάθε περίπτωση. Εάν το τροφοδοτικό επιτρέπει συνεχή μεταβολή της υψηλής τάσης, δοκιμάζουμε τιμές 300V, 400V και 500V.

## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Απόσταση πλακιδίων X – οθόνης:  $D = 7 \text{ cm}$

Σταθερά πηνίου  $k = 4,4 \times 10^{-3} \text{ N/Am}^2$

$V_a ( V )$	$i ( A )$	$e/m ( C/Kg )$
300	0,58	$18,53 \times 10^{10}$
400	0,67	$18,52 \times 10^{10}$
500	0,76	$17,99 \times 10^{10}$

**Σημείωση:** Η κατασκευαστική ανοχή στην απόσταση μεταξύ των πλακιδίων X-X και της οθόνης είναι  $\pm 5\text{mm}$ .

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Για τη μέτρηση του λόγου  $e/m$  χρησιμοποιούμε έναν καθοδικό σωλήνα που επιτρέπει την μετακίνηση της δέσμης κάτω από την επίδραση ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων.

Είναι γνωστό ότι σε έναν καθοδικό σωλήνα η δέσμη των ηλεκτρονίων δημιουργείται από ένα θερμαινόμενο νήμα (κάθοδος) και επιταχύνεται με την εφαρμογή μίας υψηλής τάσης  $V_\alpha$  που εφαρμόζεται σε ένα ηλεκτρόδιο (άνοδος) τοποθετημένο απέναντι από το νήμα. Η δέσμη οδηγείται σε μία φθορίζουσα οθόνη στο άλλο άκρο του σωλήνα όπου και δημιουργεί μία φωτεινή κηλίδα. Πριν την πρόσπτωσή της στην οθόνη, η δέσμη περνάει μέσα από δύο ζεύγη πλακιδίων καθέτων μεταξύ τους στα οποία εφαρμόζεται κάποια τάση. Εάν η εφαρμοζόμενη τάση είναι μηδενική, η δέσμη πέφτει στο κέντρο της οθόνης. Εάν εφαρμοστεί κάποια τάση στο ένα ή στο άλλο ζεύγος των πλακιδίων, η δέσμη κάτω από την επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται, εκτρέπεται ανάλογα (δεξιά – αριστερά ή πάνω – κάτω). Εάν εφαρμοστεί τάση και στα δύο ζεύγη των πλακιδίων, η δέσμη ακολουθεί τη συνισταμένη των δύο ηλεκτρικών πεδίων.

Τα ηλεκτρόνια που εκπέμπονται από την κάθοδο υπό την επίδραση της τάσης επιτάχυνσης  $V_\alpha$  αποκτούν κινητική ενέργεια

$$eV_\alpha = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1)$$

Εάν στα πλακίδια εκτροπής εφαρμοστεί μία τάση, τα ηλεκτρόνια της δέσμης καθώς διέρχονται από τα πλακίδια αυτά αποκτούν μία ταχύτητα  $v_1$  η οποία είναι κάθετη προς τον άξονα του καθοδικού σωλήνα.

Εάν παράλληλα με την εκτροπή εφαρμόσουμε και μαγνητικό πεδίο παράλληλο με τον άξονα του καθοδικού σωλήνα, τότε στα ηλεκτρόνια της δέσμης ασκείται μία δύναμη

$$F = ev_1 B \quad (2)$$

η οποία ενεργεί σαν κεντρομόλος δύναμη, και επομένως ισχύει η σχέση:

$$ev_1 B = \frac{mv_1^2}{R} \quad (3)$$

Λόγω των δύο ταχυτήτων  $v_0$  και  $v_1$  και της κεντρομόλου δύναμης, τα ηλεκτρόνια κινούνται ελικοειδώς.

Ο χρόνος που απαιτείται για τη μετακίνηση ενός ηλεκτρονίου από το κέντρο των πλακιδίων εκτροπής μέχρι την οθόνη είναι

$$\frac{D}{v_0}$$

όπου  $D$  η απόσταση κέντρου πλακιδίων – οθόνης και  $v_0$  η ταχύτητα με την οποία εξέρχονται τα ηλεκτρόνια από την άνοδο. Εάν στο διάστημα αυτό υπό την επίδραση του μαγνητικού πεδίου και της τάσης κατακόρυφης εκτροπής το ηλεκτρόνιο εκτελέσει ημικυκλική κίνηση με ακτίνα  $R$ , και ταχύτητα  $v_1$  (η οποία εξαρτάται από την τάση που εφαρμόζεται στα πλακίδια εκτροπής), ο απαιτούμενος χρόνος δίδεται από την σχέση

$$\frac{\pi \cdot R}{v_1}$$

Δεδομένου ότι τα δύο αυτά χρονικά διαστήματα είναι ίσα, ισχύει

$$\frac{D}{v_0} = \frac{\pi \cdot R}{v_1} \quad (4)$$

Από τις σχέσεις (1), (2), (3) και (4) έχουμε

$$\frac{e}{m} = \frac{2\pi^2 V_a}{B^2 D^2} \quad (5)$$

Είναι γνωστό ότι το πεδίο  $B$  στο εσωτερικό του σωληνοειδούς είναι

$$B = k i = \mu_0 n i$$

όπου  $k$  η σταθερά του σωληνοειδούς,  $i$  το ρεύμα του πηνίου και  $n$  ο αριθμός σπειρών ανά μονάδα μήκους του πηνίου.

Από τις σχέσεις (1), (3), & (4) προκύπτει η σχέση

$$\frac{e}{m} = \frac{2\pi^2 V_a}{k^2 D^2 i^2} \quad (6)$$

Επομένως ο λόγος  $e/m$  του ηλεκτρονίου μπορεί να υπολογιστεί μετρώντας το ρεύμα του πηνίου το οποίο προκαλεί τη μετακίνηση του στίγματος πάνω στην οθόνη κατά μισή περιφέρεια.