

Γενικά

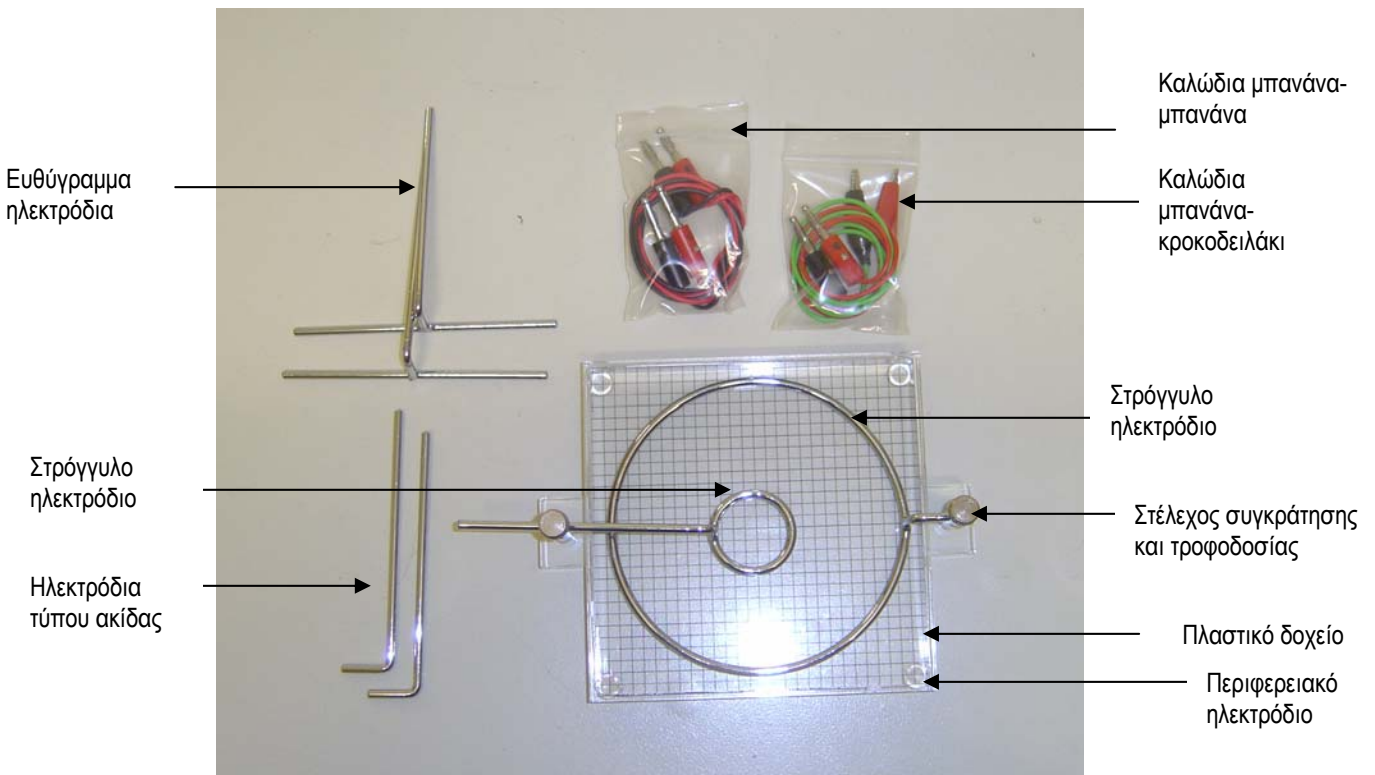
Η συσκευή αποτύπωσης ηλεκτρικών πεδίων έχει σχεδιασθεί και κατασκευαστεί, για την μελέτη και πειραματική χαρτογράφηση των διαφόρων μορφών ηλεκτρικών πεδίων με τρόπο απλό, εποπτικό, ακριβή και με ασφάλεια των μαθητών.

Η συσκευή αυτή σε συνδυασμό με τροφοδοτικό χαμηλών και υψηλών τάσεων και με τη βοήθεια ενός ψηφιακού ηλεκτρικού πολύμετρου, επιτρέπει να αναπαράγονται με ευκολία και απλό τρόπο από τους μαθητές τα ηλεκτρικά πεδία και οι ισοδυναμικές επιφάνειες / γραμμές των παρακάτω περιπτώσεων ηλεκτρικών πεδίων.

- 1) Το ηλεκτρικό πεδίο και χαρτογράφηση των ισοδυναμικών επιφανειών γύρω από μία ακίδα (Ηλεκτρικό πεδίο γύρω από σημειακό ηλεκτρικό φορτίο)
- 2) Το ηλεκτρικό πεδίο και η χαρτογράφηση των ισοδυναμικών επιφανειών γύρω από δύο ομόσημες ή ετερόσημες ακίδες (Ηλεκτρικό πεδίο γύρω από δύο ομόσημα ή ετερόσημα σημειακά ηλεκτρικά φορτία).
- 3) Το ηλεκτρικό πεδίο και η χαρτογράφηση των ισοδυναμικών επιφανειών γύρω από δύο ομόσημα ή ετερόσημα φορτισμένους κυκλικούς δακτυλίους (Ηλεκτρικό πεδίο γύρω από δύο ομόσημα ή ετερόσημα κατανεμημένα ηλεκτρικά φορτία σε δύο ομόκεντρους κύκλους)
- 4) Το ηλεκτρικό πεδίο και η χαρτογράφηση των ισοδυναμικών επιφανειών μεταξύ δύο παράλληλων ευθύγραμμων ηλεκτροδίων (Ηλεκτρικό πεδίο δύο ετερόσημων κατανεμημένων ηλεκτρικών φορτίων σε δύο παράλληλα ευθύγραμμα ηλεκτρόδια)

Περιγραφή συσκευής

Η συσκευή αποτελείται από :



- 1) Πλαστικό, τετράγωνο δοχείο για την τοποθέτηση νερού. Το δοχείο φέρει στις δύο του πλευρές δύο μεταλλικά στηρίγματα για την σταθεροποίηση και την τροφοδοσία των διάφορων ηλεκτροδίων. Στον πυθμένα του δοχείου υπάρχει σχεδιασμένο πλέγμα για την ευκολότερη λήψη μετρήσεων.
- 2) Τέσσερα (4) μονοπολικά, πολύκλινα, εύκαμπτα καλώδια με κατάλληλους ακροδέκτες, που χρησιμεύουν για την σύνδεση του τροφοδοτικού με τα ηλεκτρόδια διαφόρων μορφών για την δημιουργία των ηλεκτρικών πεδίων.
- 3) Ένα μεγάλο κυκλικό ηλεκτρόδιο
- 4) Ένα μικρό κυκλικό ηλεκτρόδιο
- 5) Δύο ευθύγραμμα ηλεκτρόδια
- 6) Δύο ηλεκτρόδια ακίδας

Αρχή λειτουργίας – Θεωρητικές γνώσεις

Το νερό μέσα στο δοχείο χρησιμεύει ως το αγώγιμο μέσο ή ο αγώγιμος χώρος μεταξύ των ηλεκτροδίων για την αποτύπωση των ηλεκτρικών πεδίων και των ισοδυναμικών επιφανειών. Η αποτύπωση των πεδίων επιτυγχάνεται με την βοήθεια του ψηφιακού πολύμετρου.

Επειδή το νερό παρουσιάζει πεπερασμένη αντίσταση επιτρέπει την ροή ηλεκτρικού ρεύματος και την δημιουργία διαφοράς δυναμικού, μεταξύ των χρησιμοποιούμενων ηλεκτροδίων. Από το ηλεκτρόδιο με υψηλό δυναμικό το ηλεκτρικό ρεύμα τροφοδοτείται και διαρρέει τη μάζα του νερού προς το άλλο ηλεκτρόδιο με χαμηλότερο δυναμικό. Η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος προκαλεί την πτώση τάσης κατά μήκος της μάζας του νερού μεταξύ των ηλεκτροδίων.

Η Δυναμική ενέργεια U ενός ηλεκτρικού πεδίου E ενός σημείου του χώρου του πεδίου, ορίζεται από το αρνητικό έργο που εκτελείται από το ηλεκτρικό πεδίο E , όταν το ηλεκτρικό φορτίο μεταφέρεται από το άπειρο στο συγκεκριμένο σημείο του πεδίου. Εδώ ορίζεται ότι η δυναμική ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου στο άπειρο είναι ίση με μηδέν (0).

Ο παραπάνω ορισμός ισοδυναμεί με την παρακάτω διατύπωση:

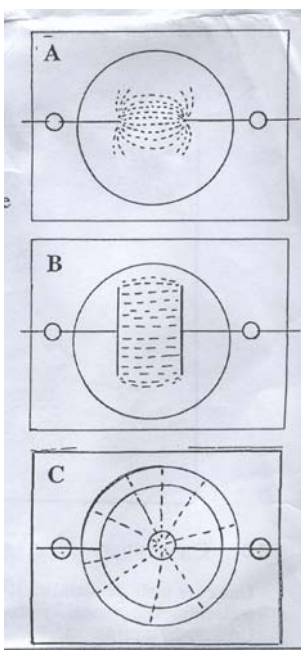
Η Δυναμική ενέργεια U σε ένα ορισμένο σημείο του ηλεκτρικού πεδίου είναι το έργο που πρέπει να καταναλωθεί για την μεταφορά ενός ηλεκτρικού φορτίου από το άπειρο στο εν λόγω σημείο.

Το ηλεκτρικό δυναμικό V σε κάθε σημείο του χώρου, του ηλεκτρικού πεδίου, ορίζεται σαν το αρνητικό έργο το οποίο εκτελείται από το πεδίο E , όταν μεταφέρεται το μοναδιαίο θετικό φορτίο από το άπειρο (∞) στο θεωρούμενο σημείο του πεδίου.

Επίσης συχνά αναφερόμαστε στην διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο διαφορετικών σημείων A και B στον χώρο ενός ηλεκτρικού πεδίου E . Η διαφορά δυναμικού εκφράζει το έργο που εκτελείται από το ηλεκτρικό πεδίο για την μεταφορά της μονάδας θετικού ηλεκτρικού φορτίου από το σημείο A του ηλεκτρικού πεδίου στο B .

Το ηλεκτρικό δυναμικό και η διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού μετρώνται σε Volt ενώ η ενέργεια U του ηλεκτρικού δυναμικού του πεδίου μετράται σε Joules

Για την απεικόνιση του ηλεκτρικού πεδίου χρησιμοποιούνται στην πράξη οι δυναμικές γραμμές και οι ισοδυναμικές επιφάνειες. Οι δυναμικές γραμμές αποτελούν μία σχηματική απεικόνιση του ηλεκτρικού πεδίου στο χώρο ή στο επίπεδο και δεν έχουν καμία φυσική σημασία. Οι ισοδυναμικές γραμμές είναι γραμμές με σταθερό δυναμικό οι οποίες είναι πάντα κάθετες στις δυναμικές γραμμές του πεδίου.



A. Δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου γύρω από δύο φορτισμένες ακίδες

B. Δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ δύο παράλληλων πλακών

C. Δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ δύο ομόκεντρων κυκλικών ηλεκτροδίων.

Πειραματική Διαδικασία

Στόχοι:

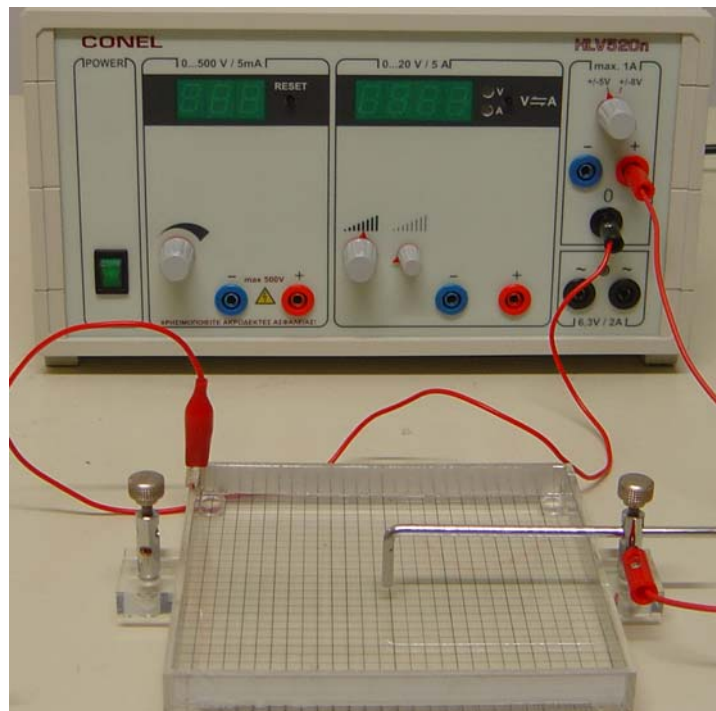
Με τη συσκευή αποτύπωσης του ηλεκτρικού πεδίου θέλουμε να αποτυπώσουμε τις ισοδυναμικές γραμμές των παρακάτω πεδίων:

- 1) Ηλεκτρικό πεδίο γύρω από φορτισμένη ακίδα
- 2) Ηλεκτρικό πεδίο γύρω από δύο ομόσημα ή ετερόσημα φορτισμένες ακίδες
- 3) Ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ δύο παράλληλων ευθύγραμμων ηλεκτροδίων
- 4) Ηλεκτρικό πεδίο γύρω μεταξύ δύο ομόκεντρων (ομόσημα ή ετερόσημα) φορτισμένων ηλεκτροδίων.

Απαιτούμενος Συμπληρωματικός Εξοπλισμός

- 1) Ψηφιακό πολύμετρο
- 2) Μιλιμετρέ χαρτί

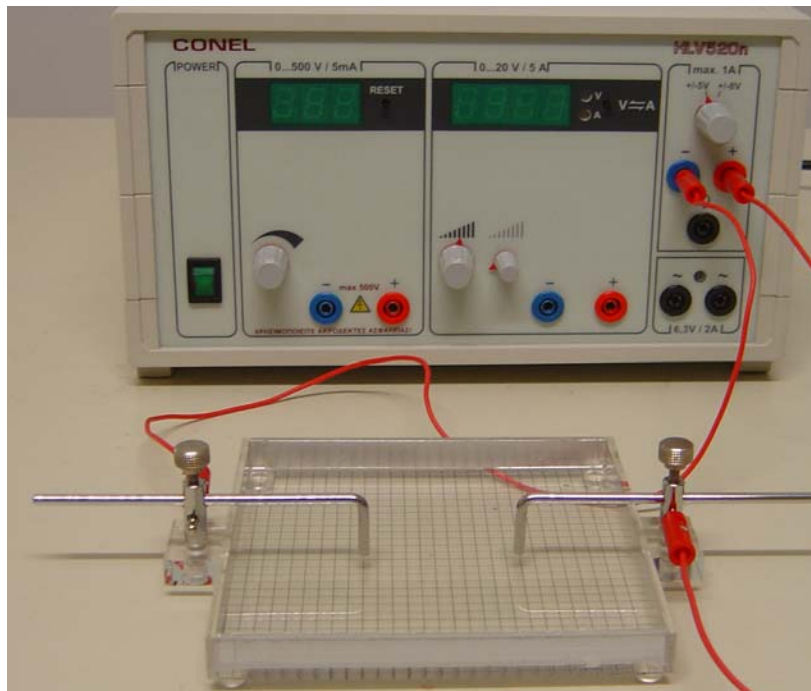
Άσκηση 1: Αποτύπωση ηλεκτρικού πεδίου γύρω από φορτισμένη ακίδα



- 1) Γεμίζουμε το πλαστικό δοχείο με περίπου 2 mm νερό.
- 2) Τοποθετούμε στην μία υποδοχή του δοχείου ένα ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας και το στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλίου.
- 3) Προσέχουμε ώστε και το ηλεκτρόδιο να εφάπτεται στην επιφάνεια του νερού. Σε περίπτωση που δεν εφάπτεται τελείως προσθέτουμε λίγο νερό ακόμα.

- 4) Συνδέουμε την υποδοχή με το ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας με το Τροφοδοτικό Υψηλών και Χαμηλών Τάσεων (ΗΛ 620.00) με την ένδειξη +5VDC και το περιφερειακό ηλεκτρόδιο με το ΗΛ 620.00 στην ένδειξη -5VDC όπως φαίνεται στο σχήμα.
- 5) Τοποθετούμε τον έναν ακροδέκτη του ψηφιακού πολυμέτρου στο ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας και με το άλλο μετακινούμαστε ακτινικά προς την άκρη του δοχείου ανά 5mm περίπου.
- 6) Καταχωρούμε τις μετρήσεις μας σε μιλιμετρέ χαρτί, ή σε άλλο χαρτί το οποίο έχουμε χωρίσει σε τετράγωνα πλευράς 1cm.
- 7) Ενώνουμε τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό.
- 8) Εμφανίζονται έτσι οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου γύρω από φορτισμένη ακίδα. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στις ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου σε κάθε σημείο τους.

Άσκηση 2: Αποτύπωση του ηλεκτρικού πεδίου γύρω από δύο ετερόσημα φορτισμένες ακίδες.



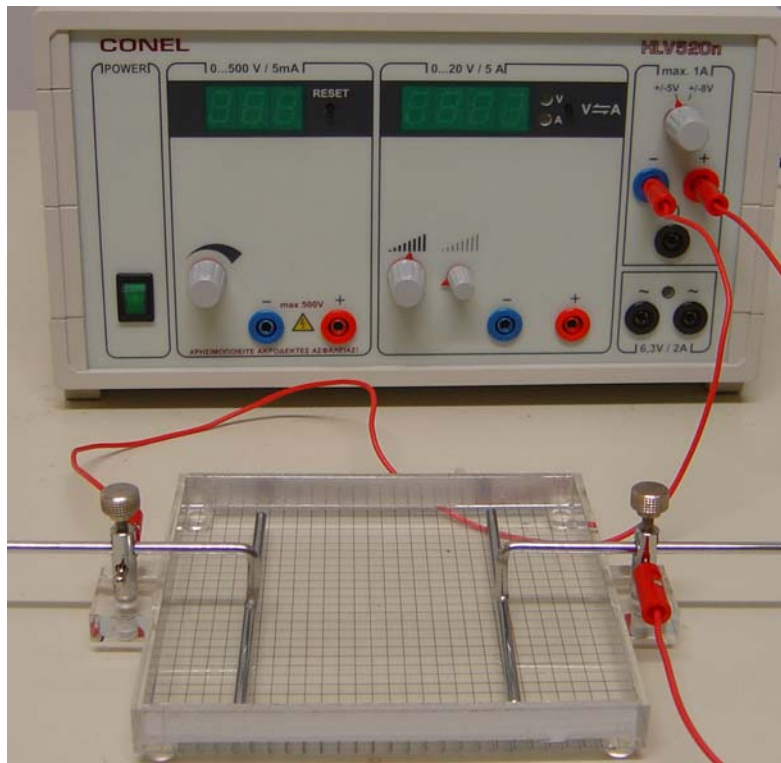
- 1) Γεμίζουμε το πλαστικό δοχείο με περίπου 2 mm νερό.
- 2) Τοποθετούμε στην μία υποδοχή του δοχείου ένα ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας και το στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλία.
- 3) Στην άλλη υποδοχή τοποθετούμε το δεύτερο ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας το οποίο και στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλία.
- 4) Προσέχουμε ώστε και τα δύο ηλεκτρόδια να εφάπτονται στην επιφάνεια του νερού. Σε περίπτωση που δεν εφάπτονται τελείως προσθέτουμε λίγο νερό ακόμα.
- 5) Συνδέουμε την υποδοχή με το πρώτο ηλεκτρόδιο με το Τροφοδοτικό Υψηλών και Χαμηλών Τάσεων (ΗΛ 620.00) με την ένδειξη +5VDC ενώ την υποδοχή με το δεύτερο ηλεκτρόδιο με το τροφοδοτικό στην ένδειξη -5VDC όπως φαίνεται στο σχήμα.

- 6) Τοποθετούμε τον έναν ακροδέκτη του ψηφιακού πολυμέτρου στο ένα ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας και με το άλλο μετακινούμαστε προς το δεύτερο ηλεκτρόδιο σε διάφορες διευθύνσεις ανά 5mm περίπου.
- 7) Καταχωρούμε τις μετρήσεις μας σε μιλιμετρέ χαρτί, ή σε άλλο χαρτί το οποίο έχουμε χωρίσει σε τετράγωνα πλευράς 1cm.
- 8) Ενώνουμε τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό.
- 9) Εμφανίζονται έτσι οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου μεταξύ δύο φορτισμένων ακίδων. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στις ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου σε κάθε σημείο τους.

Άσκηση 3: Αποτύπωση του ηλεκτρικού πεδίου γύρω από δύο ομόσημα φορτισμένες ακίδες.

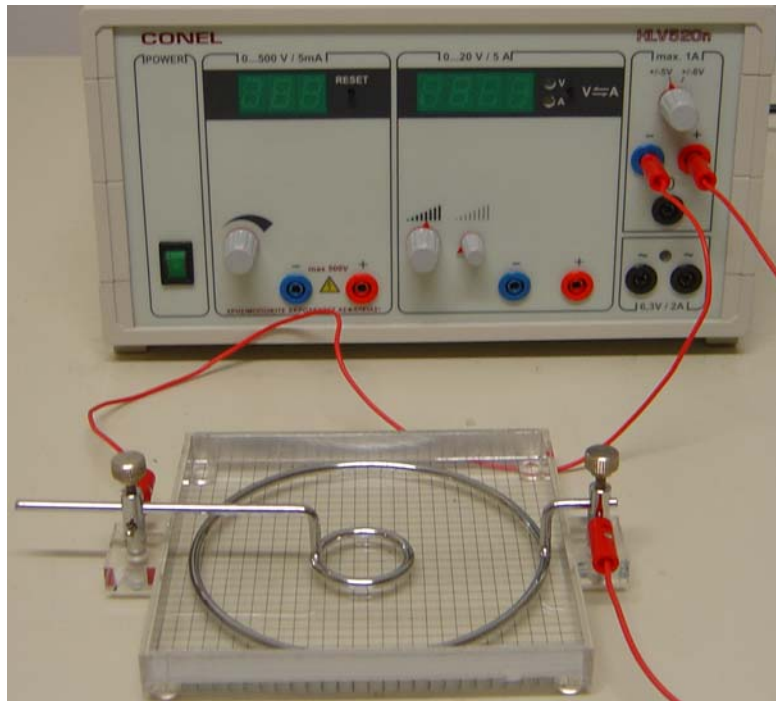
- 1) Γεμίζουμε το πλαστικό δοχείο με περίπου 2 mm νερό.
- 2) Τοποθετούμε στην μία υποδοχή του δοχείου ένα ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας και το στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλία.
- 3) Στην άλλη υποδοχή τοποθετούμε το δεύτερο ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας το οποίο και στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλία.
- 4) Προσέχουμε ώστε και τα δύο ηλεκτρόδια να εφάπτονται στην επιφάνεια του νερού. Σε περίπτωση που δεν εφάπτονται τελείως προσθέτουμε λίγο νερό ακόμα.
- 5) Συνδέουμε την υποδοχή με το πρώτο ηλεκτρόδιο με το Τροφοδοτικό Υψηλών και Χαμηλών Τάσεων (ΗΛ 620.00) με την ένδειξη +8VDC ενώ την υποδοχή με το δεύτερο ηλεκτρόδιο με το τροφοδοτικό στην ένδειξη 0VDC όπως στην προηγούμενη άσκηση
- 6) Τοποθετούμε τον έναν ακροδέκτη του ψηφιακού πολυμέτρου στο ένα ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας και με το άλλο μετακινούμαστε προς το δεύτερο ηλεκτρόδιο σε διάφορες διευθύνσεις ανά 5mm περίπου.
- 7) Καταχωρούμε τις μετρήσεις μας σε μιλιμετρέ χαρτί, ή σε άλλο χαρτί το οποίο έχουμε χωρίσει σε τετράγωνα πλευράς 1cm.
- 8) Ενώνουμε τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό.
- 9) Εμφανίζονται έτσι οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου μεταξύ δύο φορτισμένων ακίδων. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στις ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου σε κάθε σημείο τους.

Άσκηση 4: Αποτύπωση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ δύο παράλληλων ηλεκτροδίων



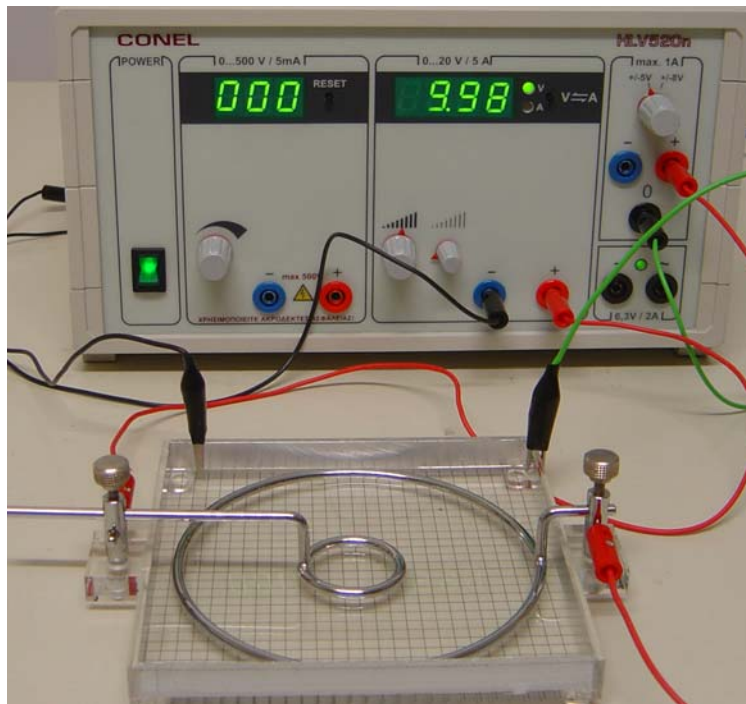
- 1) Γεμίζουμε το πλαστικό δοχείο με περίπου 2 mm νερό.
- 2) Τοποθετούμε στην μία υποδοχή του δοχείου το ένα ευθύγραμμο ηλεκτρόδιο και το στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλία.
- 3) Στην άλλη υποδοχή τοποθετούμε το δεύτερο ευθύγραμμο ηλεκτρόδιο το οποίο και στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλία.
- 4) Προσέχουμε ώστε και τα δύο ηλεκτρόδια να εφάπτονται στην επιφάνεια του νερού. Σε περίπτωση που δεν εφάπτονται τελειώς προσθέτουμε λίγο νερό ακόμα.
- 5) Συνδέουμε την υποδοχή με το πρώτο ηλεκτρόδιο με το Τροφοδοτικό Υψηλών και Χαμηλών Τάσεων (ΗΛ 620.00) με την ένδειξη +5VDC ενώ την υποδοχή με το δεύτερο ηλεκτρόδιο με το τροφοδοτικό στην ένδειξη -5VDC όπως φαίνεται στο σχήμα.
- 6) Τοποθετούμε τον έναν ακροδέκτη του ψηφιακού πολυμέτρου στο ένα ευθύγραμμο ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας και με το άλλο μετακινούμαστε προς το δεύτερο ηλεκτρόδιο σε διάφορες διευθύνσεις κάθετες στο πρώτο ανά 5mm περίπου.
- 7) Καταχωρούμε τις μετρήσεις μας σε μιλιμετρέ χαρτί, ή σε άλλο χαρτί το οποίο έχουμε χωρίσει σε τετράγωνα πλευράς 1cm.
- 8) Ενώνουμε τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό.
- 9) Εμφανίζονται έτσι οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου μεταξύ δύο παράλληλων ηλεκτροδίων. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στις ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου σε κάθε σημείο τους.

Άσκηση 5: Αποτύπωση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ δύο ομόκεντρων κυκλικών ηλεκτροδίων, ετερόσημα φορτισμένων



- 1) Γεμίζουμε το πλαστικό δοχείο με περίπου 2 mm νερό.
- 2) Τοποθετούμε στην μία υποδοχή του δοχείου το ένα κυκλικό ηλεκτρόδιο και το στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλίου.
- 3) Στην άλλη υποδοχή τοποθετούμε το δεύτερο κυκλικό ηλεκτρόδιο το οποίο και στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλίου. Προσέχουμε ώστε τα δύο ηλεκτρόδια να έχουν κοινό κέντρο.
- 4) Προσέχουμε ώστε και τα δύο ηλεκτρόδια να εφάπτονται στην επιφάνεια του νερού. Σε περίπτωση που δεν εφάπτονται τελείως προσθέτουμε λίγο νερό ακόμα.
- 5) Συνδέουμε την υποδοχή με το πρώτο ηλεκτρόδιο με το Τροφοδοτικό Υψηλών και Χαμηλών Τάσεων (ΗΛ 620.00) με την ένδειξη +5VDC ενώ την υποδοχή με το δεύτερο ηλεκτρόδιο με το τροφοδοτικό στην ένδειξη -5VDC όπως φαίνεται στο σχήμα.
- 6) Τοποθετούμε τον έναν ακροδέκτη του ψηφιακού πολυμέτρου στο μικρό κυκλικό ηλεκτρόδιο και με το άλλο μετακινούμαστε προς το δεύτερο ηλεκτρόδιο σε ακτινικές διευθύνσεις ανά 5mm περίπου.
- 7) Καταχωρούμε τις μετρήσεις μας σε μιλιμετρέ χαρτί, ή σε άλλο χαρτί το οποίο έχουμε χωρίσει σε τετράγωνα πλευράς 1cm.
- 8) Ενώνουμε τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό.
- 9) Εμφανίζονται έτσι οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου μεταξύ δύο ομόκεντρων κυκλικών ηλεκτροδίων. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στις ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου σε κάθε σημείο τους.

Άσκηση 6: Αποτύπωση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ δύο ομόκεντρων κυκλικών ηλεκτροδίων, ομόσημα φορτισμένων



- 1) Γεμίζουμε το πλαστικό δοχείο με περίπου 2 mm νερό.
- 2) Τοποθετούμε στην μία υποδοχή του δοχείου το ένα κυκλικό ηλεκτρόδιο και το στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλίου.
- 3) Στην άλλη υποδοχή τοποθετούμε το δεύτερο κυκλικό ηλεκτρόδιο το οποίο και στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλίου. Προσέχουμε ώστε τα δύο ηλεκτρόδια να έχουν κοινό κέντρο.
- 4) Προσέχουμε ώστε και τα δύο ηλεκτρόδια να εφάπτονται στην επιφάνεια του νερού. Σε περίπτωση που δεν εφάπτονται τελείως προσθέτουμε λίγο νερό ακόμα.
- 5) Συνδέουμε την υποδοχή με το πρώτο ηλεκτρόδιο με το Τροφοδοτικό Υψηλών και Χαμηλών Τάσεων (ΗΛ 620.00) με την ένδειξη +5VDC και το 0 της ίδιας ένδειξης στο περιφερειακό ηλεκτρόδιο.
- 6) Συνδέουμε την ένδειξη + της περιοχής 0-20VDC του Τροφοδοτικού (ΗΛ620.00) με το δεύτερο ηλεκτρόδιο και την ένδειξη – με το περιφερειακό ηλεκτρόδιο και δίνουμε τάση 10VDC.
- 7) Τοποθετούμε τον έναν ακροδέκτη του ψηφιακού πολυμέτρου στο μικρό κυκλικό ηλεκτρόδιο και με το άλλο μετακινούμαστε προς το δεύτερο ηλεκτρόδιο σε ακτινικές διευθύνσεις ανά 5mm περίπου.
- 8) Καταχωρούμε τις μετρήσεις μας σε μιλιμετρέ χαρτί, ή σε άλλο χαρτί το οποίο έχουμε χωρίσει σε τετράγωνα πλευράς 1cm.
- 9) Ενώνουμε τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό.
- 10) Εμφανίζονται έτσι οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου μεταξύ δύο ομόκεντρων κυκλικών ηλεκτροδίων. Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στις ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου σε κάθε σημείο τους.

Συντήρηση – Καθαρισμός Συσκευής

Μετά την εκτέλεση των πειραμάτων:

- Αδειάστε από το δοχείο το περιεχόμενο νερό.
- Σκουπίστε προσεκτικά το δοχείο, τα ηλεκτρόδια και τους ακροδέκτες του πολυμέτρου.
- Τοποθετήστε τα στη θήκη τους.

Τεχνική υποστήριξη

Επικοινωνήστε μαζί μας :

Τηλέφωνο: 2310 68 17 60 & 2310 68 15 66

Fax: 2310 68 80 05 & 2310 68 17 61

Email: amaxotec@otenet.gr & info@a-lab.gr