

ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ – ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΠΕΔΙΩΝ

Α. ΣΤΟΧΟΙ

- Η επαφή και εξοικείωση του μαθητή με βασικά όργανα του ηλεκτρισμού και μετρήσεις.
- Η ικανότητα συναρμολόγησης απλών πειραματικών διατάξεων του ηλεκτρισμού.
- Η διαπίστωση ότι το νερό είναι αγώγιμο μέσο με πεπερασμένη αντίσταση.
- Η διαπίστωση ότι κατά μήκος της μάζας του νερού που διαρρέεται από ρεύμα προκαλείται πτώση τάσης.
- Η επίτευξη, χρήση και μέτρηση θετικών και αρνητικών ηλεκτρικών δυναμικών ανομοιογενούς και ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου.
- Η πειραματική χαρτογράφηση και μελέτη των διαφόρων μορφών ηλεκτρικών πεδίων.

Β. ΘΕΜΑ

- Η δημιουργία ηλεκτρικού πεδίου γύρω από σημειακό θετικό ηλεκτρικό φορτίο.
- Η δημιουργία ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ δύο ετερόσημων ηλεκτρικών φορτίων κατανεμημένων σε δύο ευθύγραμμα και παράλληλα ηλεκτρόδια.
- Η αναπαράσταση ηλεκτρικών πεδίων με τις ισοδυναμικές και δυναμικές γραμμές τους.
- Η κατασκευή γραφικών παραστάσεων με τις μεταβολές του δυναμικού ως προς την απόσταση.
- Η σύγκριση των πειραματικών δεδομένων με τις θεωρητικές προβλέψεις.

Γ. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

- Πλαστικό τετράγωνο δοχείο (13 x 13 cm) με πυθμένα που έχει σχεδιασμένο ορθογώνιο πλέγμα ανά 5 mm
- 1 ηλεκτρόδιο ακίδας
- 1 κυκλικό ηλεκτρόδιο μεγάλης διαμέτρου
- 2 ευθύγραμμα ηλεκτρόδια
- Πηγή συνεχούς ρεύματος (τροφοδοτικό με θετικά και αρνητικά δυναμικά)
- Ψηφιακό βολτόμετρο DC (πολύμετρο)
- Καλώδια σύνδεσης τύπου μπανάνα – μπανάνα
- Απιονισμένο νερό
- Μιλιμετρέ και πολικό χαρτί

Δ. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

- Για την πραγματοποίηση και κατανόηση της άσκησης χρειάζονται οι παρακάτω γνώσεις από το σχολικό βιβλίο Γενικής Παιδείας της Β' τάξης Γενικού Λυκείου :
 - ✓ Ενότητα 3.1.2 : Ηλεκτρικό πεδίο
 - ✓ Ενότητα 3.1.3 : Ηλεκτρική δυναμική ενέργεια
 - ✓ Ενότητα 3.1.4 : Δυναμικό – Διαφορά δυναμικού
 - ✓ Ενότητα 3.1.5 : Πυκνωτές

Ε. ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ

- Το νερό μέσα στο δοχείο χρησιμεύει ως το αγώγιμο μέσο μεταξύ των ηλεκτροδίων για την αποτύπωση των ηλεκτρικών πεδίων, με την βοήθεια του ψηφιακού βολτόμετρου.
- Επειδή το νερό παρουσιάζει πεπερασμένη αντίσταση, επιτρέπει τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος από το ηλεκτρόδιο με υψηλό δυναμικό προς το ηλεκτρόδιο με το χαμηλότερο δυναμικό. Η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος προκαλεί πτώση τάσης κατά μήκος της μάζας του νερού μεταξύ των ηλεκτροδίων.

- Για την απεικόνιση του ηλεκτρικού πεδίου στο πείραμά μας χρησιμοποιούνται οι ισοδυναμικές και οι δυναμικές γραμμές :
 - ✓ Ισοδυναμικές γραμμές είναι οι γραμμές, που όλα τους τα σημεία έχουν ίδιο δυναμικό.
 - ✓ Δυναμικές γραμμές είναι οι γραμμές που είναι πάντα κάθετες στις ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου και αποτελούν μία σχηματική απεικόνιση του ηλεκτρικού πεδίου στο επίπεδο.
- Το δυναμικό ενός πεδίου Coulomb, που δημιουργείται από σημειακό φορτίο – πηγή Q , σε ένα του σημείο A που απέχει απόσταση r από το φορτίο είναι :

$$V_A = k_{\eta\lambda} \frac{Q}{r} \quad (1)$$

- Η σχέση μεταξύ της έντασης E και της διαφοράς δυναμικού V_{KA} μεταξύ δύο σημείων K και A ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου, που απέχουν μεταξύ τους απόσταση x μετρημένη κατά μήκος μιας δυναμικής γραμμής, είναι :

$$E = \frac{V_{KA}}{x} \quad \text{ή} \quad E = \frac{V_K - V_A}{x}$$

από την οποία βρίσκουμε το δυναμικό του σημείου A σε συνάρτηση με την απόσταση x :

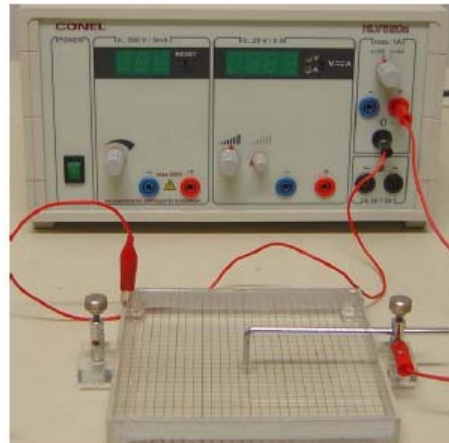
$$V_A = V_K - E x \quad (2)$$

όπου $0 \leq x \leq \ell$ και ℓ η απόσταση μεταξύ των ευθύγραμμων ηλεκτροδίων.

Άσκηση 1 : Ηλεκτρικό πεδίο γύρω από σημειακό ηλεκτρικό φορτίο (πεδίο Coulomb)

ΣΤ-1. ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

1. Αφαιρούμε το περιφερειακό ηλεκτρόδιο (τετράγωνο σχήματος) από το πλαστικό δοχείο.
2. Τοποθετούμε στην μία υποδοχή του δοχείου το κυκλικό ηλεκτρόδιο (Λ) μεγάλης διαμέτρου, έτσι ώστε το κέντρο του να συμπίπτει με το κέντρο του δοχείου και το στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλία.
3. Τοποθετούμε στην άλλη υποδοχή του δοχείου το ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας (Κ), έτσι ώστε η ακίδα να βρίσκεται στο κέντρο του δοχείου και το στερεώνουμε με τη βοήθεια του κοχλία.
4. Τοποθετούμε κατάλληλα το δοχείο πάνω σε πολικό χαρτί.
5. Οριζοντιώνουμε το δοχείο και ρίχνουμε απιονισμένο νερό στο πλαστικό δοχείο, ώστε το κυκλικό ηλεκτρόδιο να εφάπτεται στην επιφάνεια του νερού ή να καλύπτεται από αυτό.
6. Συνδέουμε με καλώδια τύπου μπανάνα – μπανάνα το κυκλικό ηλεκτρόδιο (Λ) στον αρνητικό ακροδέκτη της εξόδου 0–20 V DC του τροφοδοτικού και στο θετικό ακροδέκτη της ίδιας εξόδου το ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας (Κ).



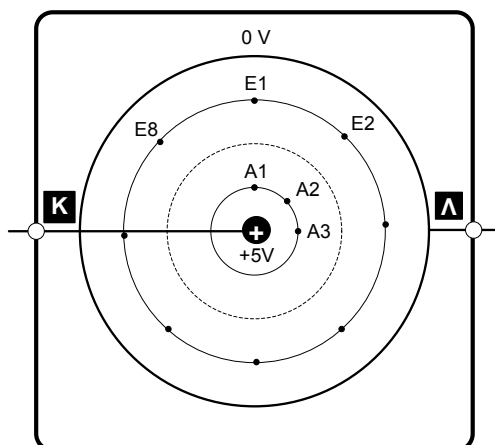
Ζ1. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Λήψη μετρήσεων

1. Στρέφουμε τέρμα αριστερά το κουμπί ρύθμισης της τάσης εξόδου 0–20 V DC του τροφοδοτικού και θέτουμε σε λειτουργία το τροφοδοτικό με το διακόπτη ON – OFF.
2. Ανοίγουμε το πολύμετρο και θέτουμε τον επιλογέα του στη θέση 200 V DC (για να έχουμε ένα δεκαδικό ψηφίο). Τοποθετούμε σταθερά τον αρνητικό ακροδέκτη (COM) του ψηφιακού βολτομέτρου στο κυκλικό ηλεκτρόδιο (Λ) και με το χέρι μας κρατάμε σε επαφή τον θετικό ακροδέκτη του βολτομέτρου με το ηλεκτρόδιο τύπου ακίδας (Κ).
3. Αυξάνουμε την τάση εξόδου 0–20 V DC του τροφοδοτικού, μέχρι το βολτόμετρο να δείξει +5 V. Η ένδειξη του βολτομέτρου αντιστοιχεί στο δυναμικό της ακίδας (Κ) ως προς το κυκλικό ηλεκτρόδιο (Λ). Σημειώνουμε την τιμή του δυναμικού στον ΠΙΝΑΚΑ 1.
4. Τοποθετούμε κατακόρυφα μέσα στο νερό το θετικό ακροδέκτη του ψηφιακού βολτομέτρου στο σημείο Α1 που απέχει $r = 1$ cm «βόρεια» από την ακίδα. Διαβάζουμε την ένδειξη του βολτομέτρου, η οποία αντιστοιχεί στο δυναμικό του σημείου Α1, και τη σημειώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 1.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ :

- Οι μετρήσεις πρέπει να λαμβάνονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 5 mm από τα ηλεκτρόδια, γιατί στις περιοχές πολύ κοντά στα ηλεκτρόδια το νερό λόγω πόλωσης των μορίων του εμφανίζει μεταβλητότητα ως προς τη διηλεκτρική του σταθερά ϵ .
- Η ένδειξη του ψηφιακού βολτομέτρου κάθε φορά μας δίνει το δυναμικό του σημείου του ηλεκτρικού πεδίου που εξετάζουμε, εφόσον το κυκλικό ηλεκτρόδιο βρίσκεται σε μηδενικό δυναμικό.



- Μετακινούμε διαδοχικά τον θετικό ακροδέκτη του ψηφιακού βολτομέτρου και προς τις άλλες κατευθύνσεις (σημεία A2, A3, ... , A8) στην ίδια πάντα απόσταση από την ακίδα ($r = 1 \text{ cm}$). Σημειώνουμε για κάθε σημείο την τιμή του δυναμικού στον ΠΙΝΑΚΑ 1.
- Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία 4 – 5 για τις υπόλοιπες αποστάσεις από την ακίδα (ομάδα σημείων B, Γ, Δ, E) και για όλες τις κατευθύνσεις (1, 2, ..., 8), όπως φαίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 1. Σημειώνουμε κάθε φορά την αντίστοιχη τιμή του δυναμικού στον ΠΙΝΑΚΑ 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ							
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΑΚΙΔΑ Κ $r \text{ (cm)}$	0	1	2	3	4	5	6
	ΔΥΝΑΜΙΚΟ $V \text{ (Volts)}$						
ΣΗΜΕΙΟ	Κ	A	B	Γ	Δ	E	Λ
1	+ 5,00						0
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

Επεξεργασία μετρήσεων

- Καταχωρούμε τις μετρήσεις μας στα σημεία A1, ... , E8 με ομοιόμορφες κουκίδες ανά δυναμικό σε πολικό ή μιλιμετρέ χαρτί.
- Ενώνουμε με χρωματιστά στυλό τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό και προκύπτουν έτσι οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου γύρω από τη φορτισμένη ακίδα.
- Σχεδιάζουμε γραμμές ώστε να τέμνουν κάθετα τις ισοδυναμικές γραμμές και προκύπτουν έτσι οι δυναμικές γραμμές του πεδίου.
- Υπολογίζουμε τη μέση τιμή των δυναμικών του ΠΙΝΑΚΑ 1 σε κάθε απόσταση r από την ακίδα (Κ) και καταχωρούμε τις τιμές στον ΠΙΝΑΚΑ 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ		
A/A	ΑΠΟΣΤΑΣΗ από ακίδα Κ $r \text{ (cm)}$	ΔΥΝΑΜΙΚΟ (μέση τιμή) $V \text{ (Volts)}$
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	
5	5	

5. Σχεδιάζουμε το διάγραμμα ($V - r$) με τις τιμές του ΠΙΝΑΚΑ 2.

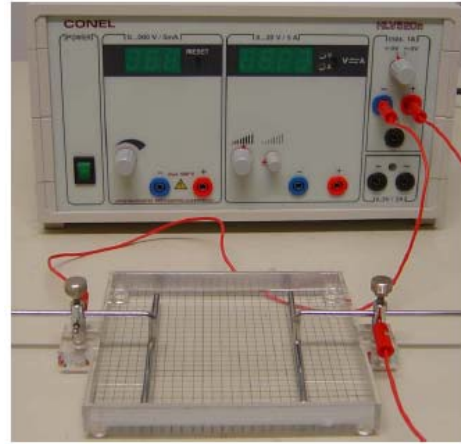
Η-1. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Διατυπώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 3 τα τελικά συμπεράσματα από την εικόνα του ηλεκτρικού πεδίου διαγράφοντας την κατάλληλη υπογραμμισμένη λέξη και συμπληρώνοντας τα κενά.

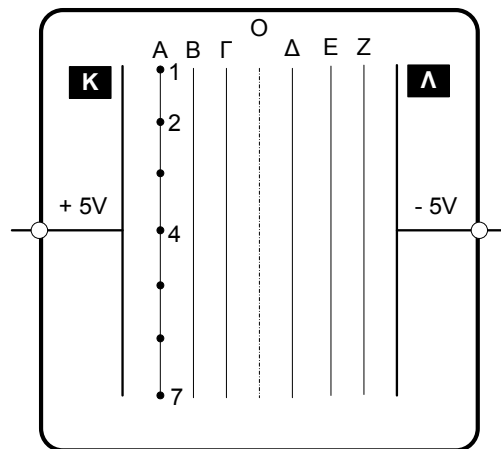
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
	Οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου του φορτίου – πηγή είναι <u>κυκλικές / ευθύγραμμες</u> .
	Οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου του φορτίου – πηγή είναι <u>κλειστές / ανοικτές</u> .
	Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι <u>παράλληλες / κάθετες</u> στις ισοδυναμικές γραμμές.
	Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι <u>κλειστές / ανοικτές</u> .
	Το ηλεκτρικό πεδίο του σημειακού φορτίου είναι <u>ομογενές / ανομοιογενές</u> .
	Η δυναμική ενέργεια ενός θετικού φορτίου σε διάφορα σημεία μιας ισοδυναμικής γραμμής του πεδίου είναι <u>ίδια / διαφορετική</u> .
	Το δυναμικό του πεδίου κατά μήκος μιας ισοδυναμικής γραμμής του πεδίου <u>μεταβάλλεται / δεν μεταβάλλεται</u> .
	Η δυναμική ενέργεια ενός θετικού φορτίου που μετακινείται κατά τη φορά μιας δυναμικής γραμμής του πεδίου <u>αυξάνεται / μειώνεται</u> .
	Το δυναμικό του πεδίου κατά τη φορά μιας δυναμικής γραμμής <u>αυξάνεται / μειώνεται</u> .
	Το δυναμικό του πεδίου <u>αυξάνεται / μειώνεται</u> με την απόσταση από το θετικό φορτίο – πηγή.
	Για το πείραμά μας ισχύει $V_{A1} \leq V_{\Gamma1} / V_{A1} \geq V_{\Gamma1}$
	Για το πείραμά μας ισχύει $V_{\Gamma1} = V_{\Gamma3} / E_{\Gamma1} = E_{\Gamma3}$
	Για το πείραμά μας ισχύει $E_{A1} \leq E_{\Gamma1} / E_{A1} \geq E_{\Gamma1}$
	Είναι $V_{A1} - V_{\Gamma1} = \dots\dots\dots$ Volts, που σημαίνει ότι κατά τη μετακίνηση φορτίου +1 C από το A1 στο Γ1 θα <u>αυξηθεί / μειωθεί</u> η δυναμική του ενέργεια κατά $\dots\dots\dots$ J.
	Η γραφική παράσταση ($V - r$) <u>είναι / δεν είναι</u> της μορφής $y = a/x$, $a > 0$, οπότε <u>είναι / δεν είναι</u> μια υπερβολή.
	Η πειραματική καμπύλη ($V - r$) <u>μοιάζει / δεν μοιάζει</u> με την αντίστοιχη θεωρητική.

**Άσκηση 2 : Ηλεκτρικό πεδίο δύο ετερόσημων ηλεκτρικών φορτίων
καταμεμημένων σε δύο παράλληλα ευθύγραμμα ηλεκτρόδια**
ΣΤ-2. ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

1. Αφαιρούμε το περιφερειακό ηλεκτρόδιο (τετράγωνου σχήματος) από το πλαστικό δοχείο.
2. Τοποθετούμε στις δύο υποδοχές του δοχείου από ένα ευθύγραμμο ηλεκτρόδιο και τα στερεώνουμε σε «καθαρή» απόσταση $\ell = 8 \text{ cm}$ μεταξύ τους με τη βοήθεια των κοχλίων.
3. Οριζοντιώνουμε το δοχείο και ρίχνουμε απιονισμένο νερό στο πλαστικό δοχείο, ώστε τα ηλεκτρόδια να εφάπτονται στην επιφάνεια του νερού ή να καλύπτονται από αυτό.
4. Συνδέουμε με καλώδια τύπου μπανάνα – μπανάνα το ένα ευθύγραμμο ηλεκτρόδιο (Κ) στην ένδειξη +5 V DC του τροφοδοτικού και το άλλο ευθύγραμμο ηλεκτρόδιο (Λ) στην ένδειξη -5 V DC.


Z-2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ
Λήψη μετρήσεων

1. Θέτουμε σε λειτουργία το τροφοδοτικό με το διακόπτη ON – OFF.
2. Ανοίγουμε το πολύμετρο και θέτουμε τον επιλογέα του στη θέση 200 V DC (για να έχουμε ένα δεκαδικό ψηφίο). Τοποθετούμε κατακόρυφα τον αρνητικό ακροδέκτη (COM) του ψηφιακού πολυμέτρου στο μέσον ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόδια (σε ένα σημείο της Ο). Το δυναμικό των σημείων της Ο είναι μηδέν και θα μετράμε τα δυναμικά των σημείων του πεδίου ως προς το σημείο αυτό.
3. Τοποθετούμε τον θετικό ακροδέκτη του βολτομέτρου στο ευθύγραμμο ηλεκτρόδιο (Κ). Η ένδειξη του βολτομέτρου άρα και το δυναμικό του (Κ) θα είναι περίπου +5V. Σημειώνουμε την τιμή του δυναμικού στον ΠΙΝΑΚΑ 4.
4. Τοποθετούμε κατακόρυφα μέσα στο νερό το θετικό ακροδέκτη του ψηφιακού βολτομέτρου στο σημείο Α1 που απέχει $x = 1 \text{ cm}$ από το ηλεκτρόδιο (Κ). Διαβάζουμε την ένδειξη του βολτομέτρου, η οποία αντιστοιχεί στο δυναμικό του σημείου Α1, και τη σημειώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 3.
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ :
 - Οι μετρήσεις πρέπει να λαμβάνονται σε απόσταση μεγαλύτερη των 5 mm από τα ηλεκτρόδια, γιατί στις περιοχές πολύ κοντά στα ηλεκτρόδια το νερό λόγω πόλωσης των μορίων του εμφανίζει μεταβλητότητα ως προς τη διηλεκτρική του σταθερά ϵ .
 - Η ένδειξη του ψηφιακού βολτομέτρου κάθε φορά μας δίνει το δυναμικό του σημείου του ηλεκτρικού πεδίου που εξετάζουμε, εφόσον το μέσο της απόστασης των δύο ηλεκτροδίων βρίσκεται σε μηδενικό δυναμικό.
5. Μετακινούμε διαδοχικά τον θετικό ακροδέκτη του ψηφιακού βολτομέτρου και προς τα άλλα σημεία (Α2, Α3, ... , Α7) της ευθείας (Α) που είναι παράλληλη στο θετικό ηλεκτρόδιο (Κ) και απέχει από αυτό $x = 1 \text{ cm}$. Σημειώνουμε για κάθε σημείο την τιμή του δυναμικού στον ΠΙΝΑΚΑ 4.



6. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία 4 – 5 για τις υπόλοιπες αποστάσεις από το θετικό ηλεκτρόδιο (ομάδα σημείων Β, Γ, ... , Ζ), όπως φαίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 4. Σημειώνουμε κάθε φορά την αντίστοιχη τιμή του δυναμικού στον ΠΙΝΑΚΑ 4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ									
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΘΕΤΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΔΙΟ Κ x (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ΔΥΝΑΜΙΚΟ V (Volts)									
ΣΗΜΕΙΟ	Κ	Α	Β	Γ	Ο	Δ	Ε	Ζ	Λ
1					0				
2					0				
3					0				
4					0				
5					0				
6					0				
7					0				

Επεξεργασία μετρήσεων

- Καταχωρούμε τις μετρήσεις μας στα σημεία Α1, ... , Ζ7 με ομοιόμορφες κουκίδες ανά δυναμικό σε μιλμετρέ χαρτί.
- Ενώνουμε με χρωματιστά στυλό τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό και προκύπτουν έτσι οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόδια.
- Σχεδιάζουμε γραμμές ώστε να τέμνουν κάθετα τις ισοδυναμικές γραμμές και προκύπτουν έτσι οι δυναμικές γραμμές του πεδίου.
- Υπολογίζουμε τη μέση τιμή των δυναμικών του ΠΙΝΑΚΑ 4 σε κάθε απόσταση x από το θετικό ηλεκτρόδιο (Κ) και καταχωρούμε τις τιμές στον ΠΙΝΑΚΑ 5.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ		
A/A	ΑΠΟΣΤΑΣΗ από το θετικό ηλεκτρόδιο Κ x (cm)	ΔΥΝΑΜΙΚΟ (μέση τιμή) V (Volts)
1	0	
2	1	
3	2	
4	3	
5	4	
6	5	
7	6	

8	7	
9	8	

5. Σχεδιάζουμε το διάγραμμα ($V - x$) με τις τιμές του ΠΙΝΑΚΑ 5.

Η-2. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Διατυπώνουμε στον ΠΙΝΑΚΑ 6 τα τελικά συμπεράσματα από την εικόνα του ηλεκτρικού πεδίου διαγράφοντας την κατάλληλη υπογραμμισμένη λέξη και συμπληρώνοντας τα κενά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
Οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου ανάμεσα στα ευθύγραμμα ηλεκτρόδια είναι <u>παράλληλες / κάθετες</u> στα ηλεκτρόδια.	
Οι ισοδυναμικές γραμμές του πεδίου των δύο ευθύγραμμων ηλεκτροδίων είναι <u>κλειστές / ανοικτές</u> .	
Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι <u>παράλληλες / κάθετες</u> στα ηλεκτρόδια.	
Οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι <u>κλειστές / ανοικτές</u> .	
Το ηλεκτρικό πεδίο ανάμεσα στα ευθύγραμμα ηλεκτρόδια είναι <u>ομογενές / ανομοιογενές</u> .	
Η δυναμική ενέργεια ενός θετικού φορτίου σε διάφορα σημεία μιας ισοδυναμικής γραμμής του πεδίου είναι <u>ίδια / διαφορετική</u> .	
Το δυναμικό του πεδίου κατά μήκος μιας ισοδυναμικής γραμμής του πεδίου <u>μεταβάλλεται / δεν μεταβάλλεται</u> .	
Η δυναμική ενέργεια ενός θετικού φορτίου που μετακινείται κατά τη φορά μιας δυναμικής γραμμής του πεδίου <u>αυξάνεται / μειώνεται</u> .	
Το δυναμικό του πεδίου κατά τη φορά μιας δυναμικής γραμμής <u>αυξάνεται / μειώνεται</u> .	
Ισχύει $V_{A4} \leq V_{\Gamma4}$ / $V_{A4} \geq V_{\Gamma4}$	
Ισχύει $E_{A4} \geq E_{Z4}$ / $E_{A4} = E_{Z4}$	
Ισχύει $V_{A3} \geq V_{A5}$ / $V_{A3} = V_{A5}$	
Είναι $V_{A1} - V_{\Gamma1} = \dots\dots\dots$ Volts, που σημαίνει ότι κατά τη μετακίνηση φορτίου +1 C από το A1 στο Γ1 θα <u>αυξηθεί / μειωθεί</u> η δυναμική του ενέργεια κατά $\dots\dots\dots$ J.	
Η γραφική παράσταση ($V - x$) είναι / δεν είναι της μορφής $y = -\alpha x + \beta$, $\alpha > 0$, οπότε είναι / δεν είναι μια ευθεία γραμμή με αρνητική κλίση.	
Η κλίση της καμπύλης ($V - x$) είναι σταθερή και ίση με $\kappa = \dots\dots\dots$ V/m και η ένταση του συγκεκριμένου ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου είναι $E = \dots\dots\dots$ N/C.	