

ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΑΣΚΗΣΗ 4

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΘΜΙΔΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΥΜΕΤΡΟΥ

ΠΡΟΣΟΧΗ Ότι γράψετε θα το πληκτρολογήσετε

B. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Θα πρέπει να μελετήσετε τη παραπάνω θεωρητική περιγραφή και να γνωρίζετε τα εξής :

Ηλεκτρικό πεδίο, Ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές, Ηλεκτρική ροή και το νόμο του Gauss, Ηλεκτρικό πεδίο σημειακού φορτίου, κυλινδρικής επιφάνειας, επίπεδων πλακών και επίπεδου πυκνωτή, Δυναμικό, Διαφορά Δυναμικού, Εύρεση ηλεκτρικού πεδίου από τη βαθμίδα δυναμικού.

ΑΠΑΝΤΗΣΤΕ ΣΤΙΣ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ:

1. Πόση είναι η συνολική ηλεκτρική ροή Φ διαμέσου κλειστής επιφάνειας που περικλείει σημειακό φορτίο Q και γιατί είναι σταθερή και ανεξάρτητη από τη κλειστή επιφάνεια που περικλείει το φορτίο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ Η συνολική ηλεκτρική ροή Φ διαμέσου κλειστής επιφάνειας που περικλείει σημειακό φορτίο Q είναι $\Phi=Q/\epsilon_0$ και είναι σταθερή και ανεξάρτητη από τη κλειστή επιφάνεια που περικλείει το φορτίο, διότι αναπαριστά το συνολικό αριθμό των ηλεκτρικών δυναμικών γραμμών που πηγάζουν ή εκβάλλουν από τα φορτία που περικλείονται μέσα στην κλειστή επιφάνεια .

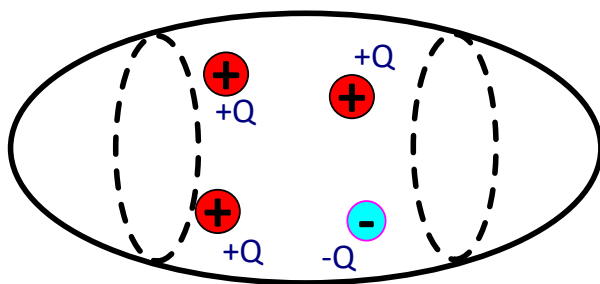
2. Γιατί η συνολική ηλεκτρική ροή Φ διαμέσου κλειστής επιφάνειας που περικλείει σημειακά φορτία συνολικού φορτίου $+Q$ και αρνητικά φορτία συνολικού φορτίου $-Q$ είναι μηδέν;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ Γιατί όσες δυναμικές γραμμές ξεκινούν από το $+Q$ που διαπερνούν την κλειστή επιφάνεια διαπερνούν και πάλι την επιφάνεια αυτή εκβάλλοντας πίσω στο $-Q$.

$$\Phi = [+Q+(-Q)] / \epsilon_0 = 0$$

3. Πόση είναι η συνολική ηλεκτρική ροή που διαρρέει την παρακάτω τυχαία κλειστή επιφάνεια η οποία περικλείει 3 θετικά σημειακά φορτία και 1 αρνητικό σημειακό φορτίο;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ $\Phi = [+Q +Q +Q +(-Q)] / \epsilon_0 = (3Q- Q) / \epsilon_0 = +2Q/\epsilon_0$



4. Πως μεταβάλλεται συναρτήσει της απόστασης το ηλεκτρικό πεδίο:

(α) σημειακού φορτίου,

(β) ομοιόμορφα φορτισμένης μεγάλης κυλινδρικής επιφάνειας

(γ) μεταξύ 2 ομοιόμορφα φορτισμένων επίπεδων πλακών σε μικρή σχετικά απόσταση.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

(α) Όσο αυξάνεται η απόσταση , μειώνεται το ηλεκτρικό πεδίο και όσο μειώνεται η απόσταση , αυξάνεται το ηλεκτρικό πεδίο.

(β)

(γ)

5. Τι σημαίνει ότι σε ένα σημείο K ενός ηλεκτρικού πεδίου το δυναμικό είναι -7 V;

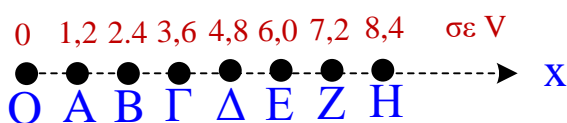
ΑΠΑΝΤΗΣΗ Σημαίνει ότι για να απομακρύνουμε ένα θετικό φορτίο +1C από το σημείο K , στο άπειρο, όπου δεν υπάρχει ηλεκτρικό πεδίο και η δυναμική ενέργεια είναι 0 , θα χρειαστεί να καταναλώσουμε ενέργεια $W=7J$

6. Το ψηφιακό πολύμετρο που θα χρησιμοποιήσουμε χρειάζεται 2 μπαταρίες των 1.5 V για να λειτουργήσει και να διαρρέεται από ρεύμα $I=5 \text{ mA}$. Τι ενέργεια καταναλώνει η συσκευή ?

ΑΠΑΝΤΗΣΗ Καταναλώνει ενέργεια $W=1.5\text{J}$ για να μεταφέρει ποσότητα 1C μέσα στο κύκλωμα από την θετική πλάκα στην αρνητική της πηγής , σε συνολικό χρόνο $t=Q/I \Rightarrow t=0.2\text{s}$

7. Εύρεση ηλεκτρικού πεδίου με πολύμετρο.

Κατά μήκος των σημείων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η, Θ στη παρακάτω γραμμή Οχ τα οποία ισαπέχουν κατά 0.5 cm μετράμε με ένα βολτόμετρο τη διαφορά δυναμικού σε V ως προς την αρχή του άξονα Ο ως εξής:



Σημειώστε στο παραπάνω σχήμα τη διεύθυνση και τη φορά του διανύσματος E του ηλεκτρικού πεδίου

Πόση είναι η τιμή του ηλεκτρικού πεδίου? $E=.....\text{V/cm}$

8. Στο παρακάτω σχήμα,

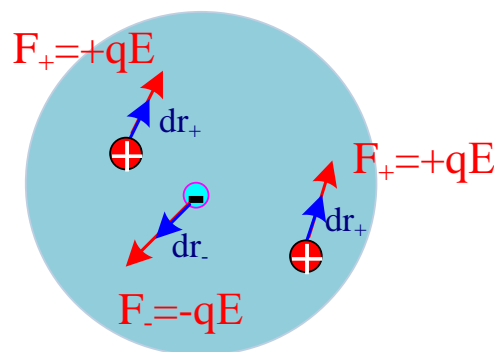
τα δύο θετικά και το ένα αρνητικό φορτίο δέχονται τις δυνάμεις F_+ και F_- από το ηλεκτρικό πεδίο και μετατοπίζονται

κατά μικρές αποστάσεις dr_+ και dr_- .

Να σχεδιάσετε από μια πιθανή δυναμική γραμμή του ηλεκτρικού πεδίου που θεωρείτε εσείς ότι περνάει στη γειτονιά πολύ κοντά από κάθε ένα από αυτά τα φορτία, καθώς και τη φορά του ηλεκτρικού πεδίου.

Περιγράψτε τις δυναμικές γραμμές αντί να τις σχεδιάσετε (δεν γίνεται) για τη περίπτωση αυτή

ΑΠΑΝΤΗΣΗ



9. Γιατί στην άσκηση αυτή θα προτιμήσουμε να εφαρμόσουμε εναλλασσόμενη (ac) τάση στα ηλεκτρόδια για να μετρήσουμε από τη βαθμίδα δυναμικού το ηλεκτρικό πεδίο μέσα στο νερό;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ Εάν εφαρμόζαμε συνεχή τάση τότε παρατηρούσαμε πως οι ενδείξεις αλλάζουν συνεχώς με την πάροδο του χρόνου, διότι συγκεντρώνονται ιόντα γύρω από την ακίδα. Όταν όμως βάζουμε εναλλασσόμενη τάση το πρόβλημα αυτό δεν υπάρχει καθώς με την γρήγορη εναλλαγή της πολικότητας της τάσης, δεν προλαβαίνουν να συσσωρευτούν ιόντα γύρω από τα ακίδα.

Γ. ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

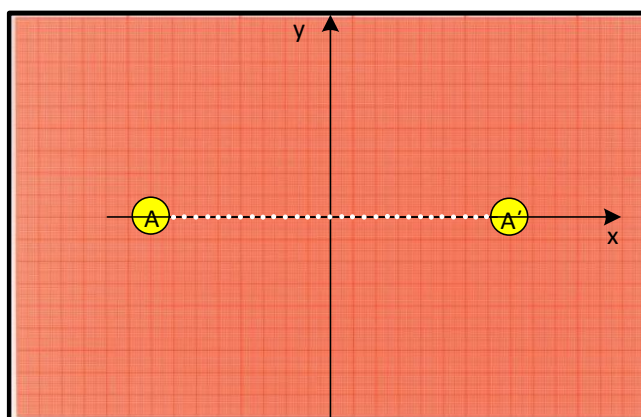
Γ1 (Εργασία πριν από το εργαστήριο)

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ (Γράφετε με δικά σας λόγια τι θα μετρήσετε και για ποιο σκοπό)

Γ2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ (από απόσταση)

I. Ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ δύο σημειακών φορτίων

1. Έχουμε τοποθετήσει δύο κυλινδρικά ηλεκτρόδια που προσομοιώνουν δύο σημειακά φορτία στις θέσεις A και A' που απέχουν 16 cm σε μια επίπεδη λεκάνη που περιέχει νερό όπως στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα Διάταξη για μέτρηση ηλεκτρικού πεδίου κατά μήκος του ευθύγραμμου τμήματος AA' μεταξύ των δύο κυλινδρικών αγωγών που προσομοιώνουν δύο σημειακά φορτία.

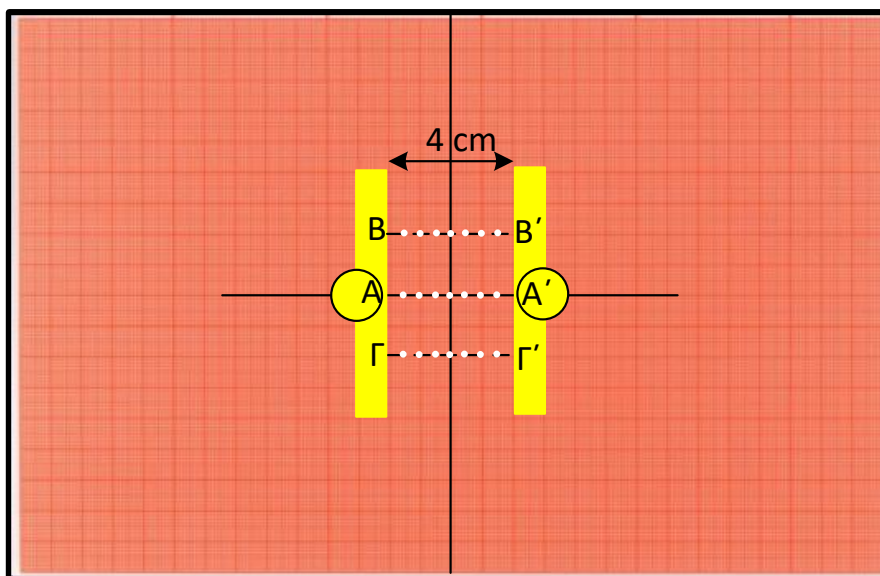
2. Συνδέουμε τους κυλινδρικούς αγωγούς με την έξοδο του τροφοδοτικού (μετασχηματιστής που λειτουργεί στη κατώτερη ac τάση 1.0 V). Η περιγραφή των οργάνων και της Άσκησης να την παρακολουθήσετε στο σχετικό Video **ΑΣΚΗΣΗ 4 Γενικά**

3. Συνδέουμε το βολτόμετρο με το ένα κυλινδρικό ηλεκτρόδιο ενώ τον άλλο ακροδέκτη με την ακίδα τοποθετείται κατά μήκος της διεύθυνσης x του ευθύγραμμου τμήματος AA' και σε αποστάσεις που ισαπέχουν κατά 0.5 cm, όπως δείχνεται με τις λευκές κουκίδες στο Σχήμα 2 (ξεκινώντας εμπρός από το ηλεκτρόδιο που συνδέουμε τον ένα ακροδέκτη του βολτομέτρου). Τις ενδείξεις $V(x_i)$ που μετράει το βολτόμετρο σε κάθε απόσταση x_i από το ένα ηλεκτρόδιο τις πληκτρολογείτε στο Πίνακα I και φαίνονται στο **Video1** (Προσοχή το video το παρακολουθείτε μέχρι το 4:47 λεπτό, μετά το λεπτό αυτό επαναλαμβάνεται, για τεχνικούς λόγους δεν ήταν δυνατόν να σβηστεί.) Μπορείτε να σταματάτε το video και να καταγράφετε την αντίστοιχη μέτρηση της τάσης $V(x_i)$ στο Πίνακα I και μετά να συνεχίζετε.

II. Ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ δύο παράλληλων επιπέδων μεταλλικών πλακών

1. Τοποθετούμε δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες σε απόσταση μεταξύ 4 cm όπως στο παρακάτω σχήμα.

2. Τοποθετούμε επάνω στις μεταλλικές πλάκες τους κυλινδρικούς αγωγούς. Αυτοί δεν ακουμπούν στο νερό είναι συνδεδεμένοι με την έξοδο του μετασχηματιστή (είναι περίπου 1.0 V), ώστε να εξασφαλίσουμε ηλεκτρική επαφή με τις παράλληλες πλάκες.



Διάταξη για μέτρηση ηλεκτρικού πεδίου κατά μήκος παράλληλων πλακών

3. Συνδέουμε το βολτόμετρο με το ένα ηλεκτρόδιο ενώ τον άλλο ακροδέκτη με την ακίδα τον τοποθετείται κατά μήκος της μεσοκαθέτου των δύο παράλληλων πλακών και σε θέσεις x_i που ισαπέχουν κατά 0.5 cm κατά μήκος της AA' (ξεκινώντας εμπρός από το A το ηλεκτρόδιο που συνδέουμε τον ένα ακροδέκτη του βολτομέτρου) και καταγράφεται στο Πίνακα II τη τιμή $V(x_i)$ που μετράει το βολτόμετρο την και τις μετρήσεις τις παίρνεται από το **Video2**.

4. Επαναλαμβάνετε το ίδιο για τις δύο παράλληλες γραμμές (BB') και ($\Gamma\Gamma'$) που είναι 2 cm επάνω και 2 cm κάτω, αντίστοιχα, από τη AA' και καταγράψτε τις μετρήσεις του $V(x_i)$ στους Πίνακες III και IV, αντίστοιχα που υπάρχουν και αυτές στο **Video2**.

i	x_i (cm)	$V(x_i)$ (V)	$x_{\text{μέσο}} = x_i + 0.25$ (cm)	$\Delta V(x_{\text{μέσο}}) = V_{i+1} - V_i$ (V)	$E_x = \left \frac{\Delta V}{\Delta x} \right $ (V/cm)	E_x/E_{max}
1	1.5	0.096	1.75	0.049	0.098	1
2	2.0	0.145	2.25	0.042	0.084	0.8571
3	2.5	0.187	2.75	0.042	0.084	0.0571
4	3.0	0.229	3.25	0.031	0.062	0.6326
5	3.5	0.261	3.75	0.036	0.072	0.7346
6	4.0	0.296	4.25	0.030	0.061	0.6122

ΠΙΝ
ΑΚ
ΑΣ
I
(Συ
μπλ
ηρώ
νοντ
αι
στο
wor
d
όχι
με
χειρ
όγρ
αφο
υς
χαρ
ακτ
ήρες
)

7	4.5	0.325	4.75	0.034	0.068	0.6938
8	5.0	0.360	5.25	0.030	0.061	0.6122
9	5.5	0.391	5.75	0.024	0.048	0.4897
10	6.0	0.415	6.25	0.036	0.072	0.7346
11	6.5	0.452	6.75	0.030	0.060	0.6122
12	7.0	0.484	7.25	0.026	0.056	0.5714
13	7.5	0.504	7.75	0.022	0.044	0.4489
14	8.0	0.534	8.25	0.030	0.061	0.6122
15	8.5	0.564	8.75	0.030	0.062	0.6326
16	9.0	0.592	9.25	0.027	0.054	0.5510
17	9.5	0.622	9.75	0.030	0.054	0.6326
18	10.0	0.653	10.25	0.027	0.062	0.5510
19	10.5	0.680	10.75	0.026	0.058	0.5510
20	11.0	0.707	11.25	0.030	0.060	0.6122
21	11.5	0.736	11.75	0.032	0.065	0.6734
22	12.0	0.770	12.25	0.035	0.071	0.7142
23	12.5	0.805	12.75	0.030	0.060	0.6122
24	13.0	0.835	13.25	0.035	0.070	0.7142
25	13.5	0.870	13.75	0.036	0.074	0.7551
26	14.0	0.907	14.25	0.044	0.088	0.8979
27	14.5	0.951	-----	-----	-----	-----

ΠΙΝΑΚΑΣ II Δυναμικό κατά μήκος ΑΑ' Δx=0.5 cm

(Συμπληρώνονται στο word όχι με χειρόγραφους χαρακτήρες)

i	x _i (cm)	V(x _i) (V)	x _{μέσο} = x _i +0.25 (cm)	ΔV(x _{μέσο})= =V _{i+1} -V _i (V)	E _x = $\left \frac{\Delta V}{\Delta x}\right $ (V/cm)
1	0.5	0.232	0.75	0.051	0.102
2	1.0	0.283	1.25	0.073	0.146
3	1.5	0.356	1.75	0.067	0.134
4	2.0	0.423	2.25	0.081	0.162
5	2.5	0.506	2.75	0.070	0.140
6	3.0	0.574	3.25	0.060	0.120
7	3.5	0.635	3.75	-	-

ΠΙΝΑΚΑΣ III Δυναμικό κατά μήκος ΒΒ' Δx=0.5 cm

i	x _i	V(x _i) (V)	x _{μέσο} = x _i +0.25	ΔV(x _{μέσο})=	E _x = $\left \frac{\Delta V}{\Delta x}\right $ (V/cm)
---	----------------	---------------------------	---------------------------------------------	-------------------------	------------------------------------------------------------------

	(cm)		(cm)	$=V_{i+1}-V_i$ (V)	
1	0.5	0.267	0.75	0.048	0.096
2	1.0	0.315	1.25	0.063	0.126
3	1.5	0.378	1.75	0.060	0.120
4	2.0	0.438	2.25	0.072	0.144
5	2.5	0.510	2.75	0.064	0.128
6	3.0	0.573	3.25	0.070	0.140
7	3.5	0.644	3.75	-	-

ΠΙΝΑΚΑΣ IV Δυναμικό κατά μήκος ΓΓ' $\Delta x=0.5 \text{ cm}$

i	x_i (cm)	$V(x_i)$ (V)	$x_{\text{μέσο}} =$ $x_i+0.25$ (cm)	$\Delta V(x_{\text{μέσο}})=$ $=V_{i+1}-V_i$ (V)	$E_x = \left \frac{\Delta V}{\Delta x} \right $ (V/cm)
1	0.5	0.187	0.75	0.068	0.135
2	1.0	0.255	1.25	0.075	0.150
3	1.5	0.330	1.75	0.084	0.168
4	2.0	0.414	2.25	0.074	0.148
5	2.5	0.488	2.75	0.075	0.150
6	3.0	0.563	3.25	0.074	0.148
7	3.5	0.637	3.75	-	-

Γ3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

I. Ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ δύο σημειακών φορτίων

1. Να υπολογίσετε στο Πίνακα I το $\Delta V(x_{\text{μέσο}}) = V_{i+1} - V_i$ αφαιρώντας από την επόμενη V_{i+1} τιμή τη προηγούμενη V_i τιμή καθώς και το $E_x = \left| \frac{\Delta V}{\Delta x} \right|$. Κατόπιν κανονικοποιήστε

το E_x διαιρώντας το E_x με τη μεγαλύτερη E_{\max} τιμή από τις δύο τιμές του E_x που θα βρείτε κοντά στα ηλεκτρόδια και το αποτέλεσμα E_x/E_{\max} γράψτε το στον Πίνακα I.

2. Στο Διάγραμμα 1 (μιλλιμετρέ χαρτί στο τέλος της αναφοράς) αφού το τυπώσετε πρώτα να σημειώσετε με μολύβι τα πειραματικά σημεία (κύκλοι μεγέθους περίπου 2 mm) της κανονικοποιημένης τιμής του ηλεκτρικού πεδίου E_x/E_{\max} (στο y άξονα) έναντι του $x_{\text{μέσο}}$ (στον x άξονα).

3. Παρατηρήστε ότι το ηλεκτρικό πεδίο αυξάνεται κοντά στο κάθε ένα ηλεκτρόδιο. Γιατί συμβαίνει αυτό;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

3. Θεωρώντας ότι η μεταβολή του ηλεκτρικού πεδίου ακολουθεί τον νόμο του $1/x^2$, όπου x η απόσταση από το κάθε ηλεκτρόδιο, στο παραπάνω Διάγραμμα 1 (μιλλιμετρέ χαρτί) έχουν ήδη σχεδιαστεί οι κανονικοποιημένες μεταβολές $1/x^2$ για το αριστερό ηλεκτρόδιο, $1/(16-x)^2$ για το δεξιό ηλεκτρόδιο και η συνολική μεταβολή $1/x^2 + 1/(16-x)^2$ και από τα δύο ηλεκτρόδια έναντι του $x_{\text{μέσο}}$.

4. Εξετάστε αν το ηλεκτρικό πεδίο συμφωνεί με τον νόμο του $1/x^2$;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

5. Θεωρώντας ότι η μεταβολή του ηλεκτρικού πεδίου ακολουθεί τον νόμο του $1/x$, στο παραπάνω Διάγραμμα 1 (μιλλιμετρέ χαρτί) έχουν ήδη σχεδιαστεί οι κανονικοποιημένες μεταβολές $1/x$ για το αριστερό ηλεκτρόδιο, $1/(16-x)$ για το δεξιό ηλεκτρόδιο και η συνολική μεταβολή $1/x + 1/(16-x)$ και από τα δύο ηλεκτρόδια έναντι του $x_{\text{μέσο}}$.

6. Το ηλεκτρικό πεδίο που μετρήσατε συμφωνεί περισσότερο, δηλαδή είναι πράγματι πλησιέστερα στον νόμο του $1/x$; Αν ναι προσπαθήστε να το εξηγήσετε. (Δες για σύγκριση Ενδεικτικές Τιμές της άσκησης 4 στο file ΑΣΚΗΣΗ4).

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

II. Ηλεκτρικό πεδίο δύο παράλληλων επίπεδων μεταλλικών πλακών (Πυκνωτής)

1. Να υπολογίσετε στους Πίνακες II, III και IV το $\Delta V(x_{\text{μέσο}}) = V_{i+1} - V_i$ αφαιρώντας από την επόμενη V_{i+1} τιμή τη προηγούμενη V_i τιμή καθώς και το $E_x = \left| \frac{\Delta V}{\Delta x} \right|$.

2. Στο Διάγραμμα 2, το οποίο έχετε τυπώσει μαζί με το Διάγραμμα 1, να κάνετε τη γραφική παράσταση του ηλεκτρικού πεδίου (μόνο σημεία) που υπολογίσατε στους Πίνακες II, III, IV, χρησιμοποιώντας διαφορετικά σύμβολα για το ηλεκτρικό πεδίο κατά μήκος της κάθε γραμμής AA', BB' και ΓΓ' (Δες για σύγκριση Ενδεικτικές Τιμές της άσκησης 4 στο file ΑΣΚΗΣΗ4).

3. Παρατηρείστε για τις τιμές του ηλεκτρικού πεδίου E κατά μήκος των γραμμών AA', BB', ΓΓ'. Είναι το ηλεκτρικό πεδίο είναι όπως το περιμένουμε ομογενές; Η μέση τιμή του E που βρήκατε κατά μήκος των 2 πλακών συμφωνεί με τη τιμή του E που βρέθηκε θεωρητικά από τη σχέση $E = \Delta V_{\text{πλακών}}/d$, όπου μετρήσαμε περίπου $\Delta V_{\text{πλακών}} = 0.94 \text{ V}$; Αν δεν συμφωνεί ακριβώς προσπαθήστε να το ερμηνεύσετε.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

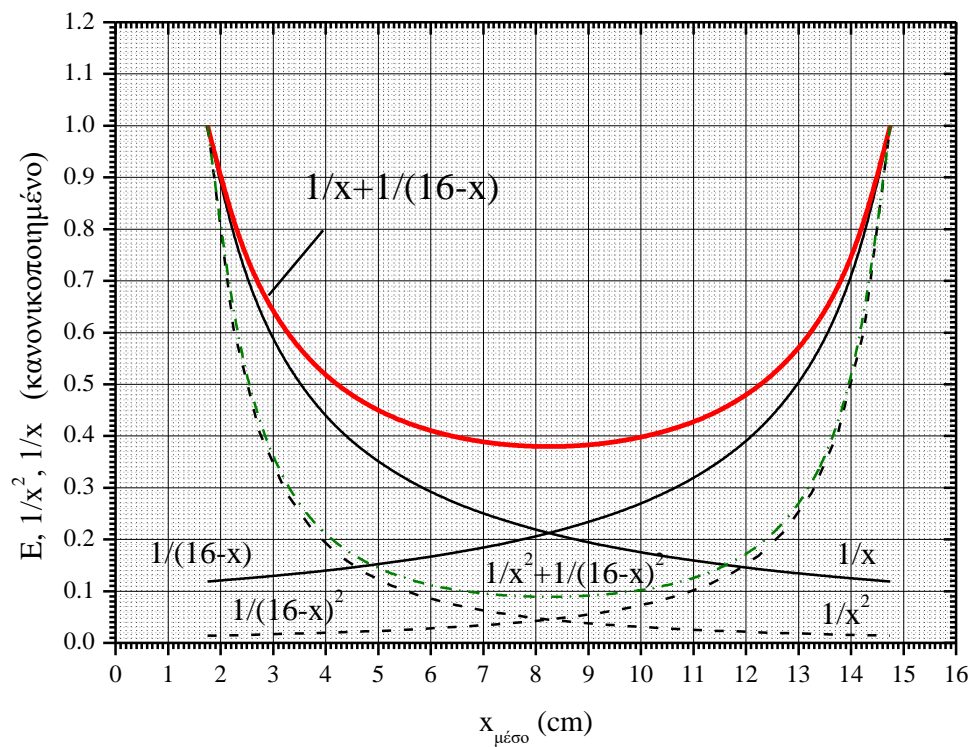
Αφού συμπληρώσετε τα σημεία στο Διάγραμμα 1 και στο Διάγραμμα 2, τα σκανάρετε μαζί (γίνεται και από το κινητό σας) και τα κάνετε επικόλληση στο τέλος της αναφοράς σας.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (Αναφέρατε περιληπτικά τα σημαντικότερα συμπεράσματα που βγάλατε μετά την εκτέλεση της άσκησης, σε σχέση με τους σκοπούς που τέθηκαν αρχικά).

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΣΚΗΣΗ 4 (Χρειάζεται να τυπωθεί αυτή η σελίδα πριν να συμπληρωθεί)

Τοποθετείστε τα σχετικά σημεία με μολύβι και κατόπιν σκανάρετε τη σελίδα (γίνεται και με το κινητό σας) με πολύ καλό φωτισμό. Μετά κάνετε επικόλληση αυτή τη σελίδα στο τέλος της αναφοράς (αντικαθιστώντας αυτή τη σελίδα), για να την υποβάλλεται μαζί με ολόκληρη την αναφορά σας σαν κείμενο word.

Διάγραμμα 1



Διάγραμμα 2

