

Ένταση και δυναμικό ηλεκτροστατικού και βαρυτικού πεδίου

Αργυρώ Ζώη και Νίκος Αναστασάκης

Στόχοι:

οι μαθητές:

- 1) να σχεδιάσουν τις δυναμικές και ισοδυναμικές γραμμές σημειακού ηλεκτρικού φορτίου, δύο σημειακών φορτίων, μεταξύ δύο παράλληλων ηλεκτροδίων και μεταξύ δύο κυκλικών ηλεκτροδίων
- 2) να διαπιστώσουν την γεωμετρική κατανομή των δυναμικών και ισοδυναμικών γραμμών (καθετότητα) και να την ερμηνεύσουν
- 3) να διατυπώσουν τις ομοιότητες και τις διαφορές μεταξύ σημειακών ηλεκτρικών και βαρυτικών πεδίων
- 4) να συγκρίνουν τις δυναμικές και ισοδυναμικές γραμμές του ηλεκτροστατικού και του βαρυτικού πεδίου

Διδακτικές Ενότητες

<i>Φυσική Γενικής παιδείας Β Λυκείου:</i>	<i>Φυσική Β Λυκείου Θετικών Σπουδών</i>
1.2 Ηλεκτρικό πεδίο	5.12 Το Βαρυτικό πεδίο
1.3 Ηλεκτρική δυναμική ενέργεια	5.13 Το Βαρυτικό πεδίο της Γης
1.4 Δυναμικό – Διαφορά δυναμικού	5.15 Σύγκριση ηλεκτροστατικού και βαρυτικού πεδίου

Πειραματική διαδικασία

1) Αποτύπωση ηλεκτρικού πεδίου

Υλικά:

- Συσκευή αποτύπωσης ηλεκτρικών πεδίων η οποία περιλαμβάνει:
 - α. πλαστικό δοχείο με στηρίγματα για τα ηλεκτρόδια και με σχεδιασμένο πλέγμα 0.5cm για την τοποθέτηση υγρού
 - β. ηλεκτρόδια (δύο ακίδες, δύο ευθύγραμμα και δύο κυκλικά)
 - γ. καλώδια για την σύνδεση του τροφοδοτικού με τα ηλεκτρόδια
- Τροφοδοτικό τάσης έως 8V.
- Ηλεκτρικό πολύμετρο

Διαδικασία:

Οι μαθητές γεμίζουν το πλαστικό δοχείο με νερό. Το νερό είναι το αγώγιμο μέσο για την αποτύπωση του πεδίου. Τοποθετούν το ή τα ηλεκτρόδια της δραστηριότητας στα στηρίγματα. Συνδέουν τα ηλεκτρόδια με το τροφοδοτικό και το θέτουν σε λειτουργία. Μετρούν το δυναμικό χρησιμοποιώντας ηλεκτρικό πολύμετρο. Σημειώνουν τις ενδείξεις του πολυμέτρου στο σχεδιασμένο πλέγμα της άσκησης και συνδέουν τα σημεία που το δυναμικό είναι ίδιο. Έτσι λαμβάνουν τις ισοδυναμικές επιφάνειες γύρω από τα ηλεκτρόδια.

2) Προσομοίωση δυναμικών γραμμών

Στο σχεδιασμένο πλέγμα της δραστηριότητας καλούνται οι μαθητές να σχεδιάσουν τις δυναμικές γραμμές γύρω από τα ηλεκτρόδια.

Μπορούν να χρησιμοποιήσουν το βιβλίο τους ([Φυσική Γενικής Παιδείας Β Λυκείου 1.2 Ηλεκτρικό πεδίο](#)) ή κατάλληλη ιστοσελίδα που περιέχει προσομοίωση δυναμικών γραμμών όπως: <https://phet.colorado.edu/el/simulations/charges-and-fields>

3) Σύγκριση δυναμικών και ισοδυναμικών γραμμών – επιφανειών γύρω από τα ηλεκτρόδια Δραστηριότητες 1 -4

Αφού οι μαθητές σχεδιάσουν τις ισοδυναμικές και τις δυναμικές γραμμές γύρω από τα ηλεκτρόδια καλούνται να βρουν και να ερμηνεύσουν την σχέση που έχουν αυτές οι γραμμές μεταξύ τους. Οι γραμμές και κατ' επέκταση οι επιφάνειες είναι κάθετες μεταξύ τους. Για βοήθεια των μαθητών παρέχεται μία σελίδα με κατάλληλες ερωτήσεις που τους κατευθύνει (*Βοήθεια*).

4) Σύγκριση ηλεκτροστατικού και βαρυτικού πεδίου Δραστηριότητα 5

Οι μαθητές καλούνται να βρουν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ του ηλεκτροστατικού πεδίου σημειακού φορτίου και του βαρυτικού πεδίου σημειακής μάζας. Δίνεται έμφαση στην σχέση της έντασης των πεδίων με την απόσταση ($E \propto 1/r^2$), της δυναμικής ενέργειας και του δυναμικού με την απόσταση ($V \propto 1/r$).

Στο τέλος της δραστηριότητας οι μαθητές αφού έχουν αντιληφθεί την ομοιότητα ηλεκτροστατικού και βαρυτικού πεδίου σχεδιάζουν κατά αναλογία τις δυναμικές και ισοδυναμικές γραμμές των δύο πεδίων.

Όνοματεπώνυμο:

Ημερομηνία:

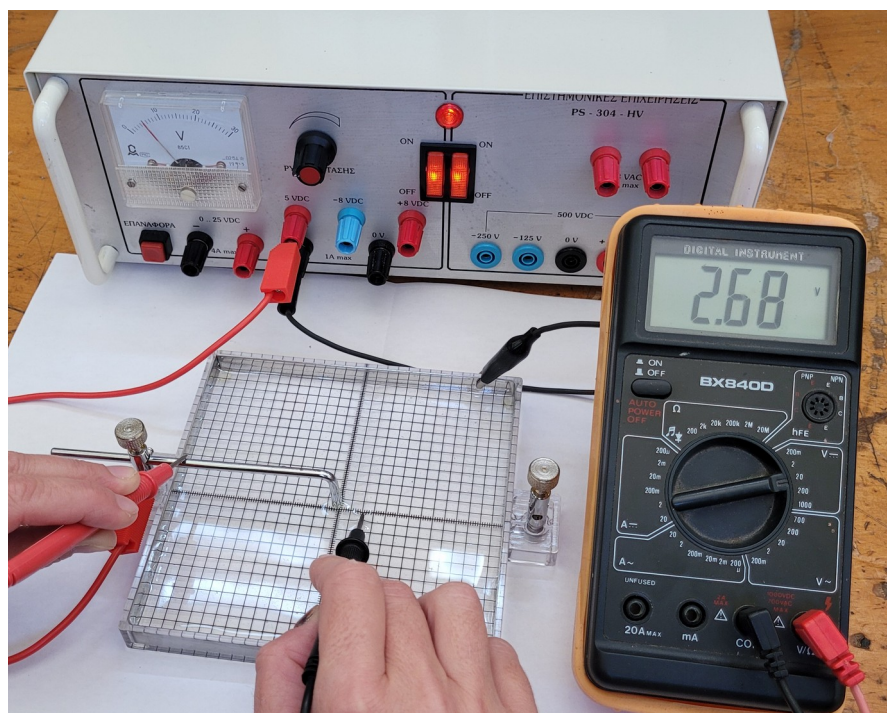
Τμήμα:

Δραστηριότητα 1η

Δυναμικές και ισοδυναμικές γραμμές ενός ηλεκτρικού φορτίου

1) Πειραματική διαδικασία

Βάζουμε νερό στο πλαστικό δοχείο το οποίο έχει σχεδιασμένο πλέγμα 0.5cm. Τοποθετούμε το ηλεκτρόδιο ακίδα στο κέντρο της διάταξης και το συνδέουμε με το τροφοδοτικό σε τάση 5V. Το περιφερειακό ηλεκτρόδιο το συνδέουμε σε τάση 0V.



2) Υπολογισμός του δυναμικού γύρω από το ηλεκτρόδιο

Μετρούμε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ του ηλεκτροδίου και σημείου στο πλαστικό δοχείο που απέχει απόσταση 1 cm από αυτό (ΔV). Τοποθετούμε τον ένα ακροδέκτη του βολτομέτρου στο ηλεκτρόδιο (δυναμικό $V = 5V$) και το άλλο σε απόσταση 1 cm από αυτό (δυναμικό V). Σημειώνουμε τη μέτρηση, ΔV και υπολογίζουμε το δυναμικό σε απόσταση 1 cm από το ηλεκτρόδιο (V_b).

$$\Delta V = 5 - V$$

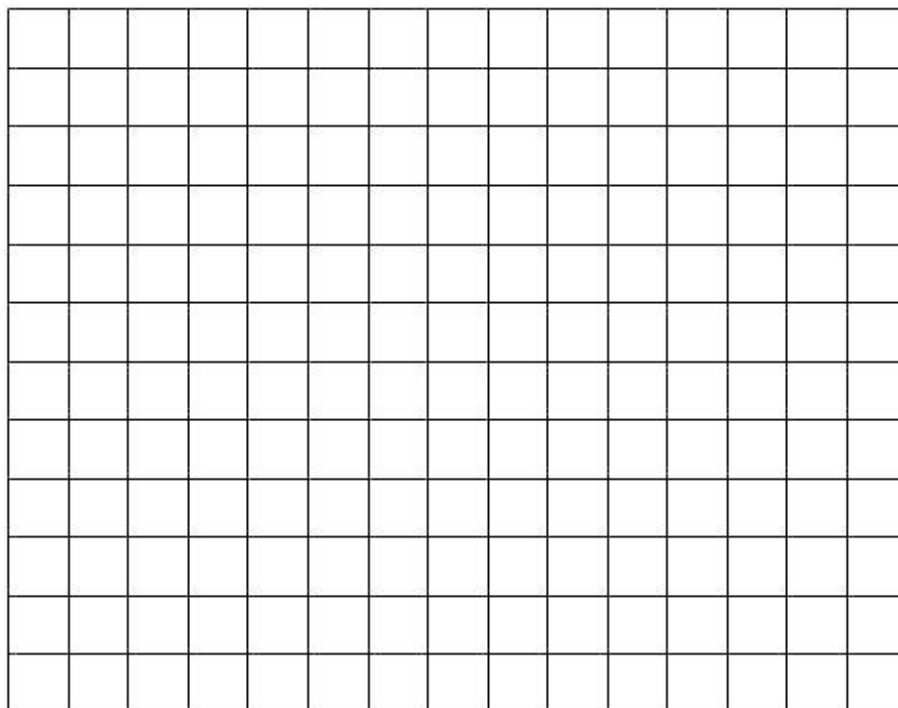
Μέτρηση Βολτομέτρου	Δυναμικό ηλεκτροδίου	Δυναμικό σε απόσταση 1cm
$\Delta V =$	$V = 5 V$	$V =$

2) Σχεδιασμός ισοδυναμικών γραμμών

Τοποθετούμε τον ένα ακροδέκτη του βολτομέτρου σταθερά στο ηλεκτρόδιο ($V = 5V$) και μετακινούμε τον άλλο ακροδέκτη σε αποστάσεις από το ηλεκτρόδιο σύμφωνα με τον πίνακα. Μετράμε την διαφορά δυναμικού με το βολτόμετρο, ΔV και υπολογίζουμε το δυναμικό V . από τη σχέση : $\Delta V = 5 - V \Rightarrow V = 5 - \Delta V$

	ΔV	V		ΔV	V		ΔV	V		ΔV	V
$r = 0.5\text{cm}$ δεξιά			$r = 0.5\text{cm}$ αριστερά			$r = 0.5\text{cm}$ πάνω			$r = 0.5\text{cm}$ κάτω		
$r = 1\text{cm}$ δεξιά			$r = 1\text{cm}$ αριστερά			$r = 1\text{cm}$ πάνω			$r = 1\text{cm}$ κάτω		
$r = 2\text{cm}$ δεξιά			$r = 2\text{cm}$ αριστερά			$r = 2\text{cm}$ πάνω			$r = 2\text{cm}$ κάτω		
$r = 3\text{cm}$ δεξιά			$r = 3\text{cm}$ αριστερά			$r = 3\text{cm}$ πάνω			$r = 3\text{cm}$ κάτω		

Στο παρακάτω μιλιμετρέ χαρτί σημειώνουμε με τελεία τη θέση του ηλεκτροδίου στο κέντρο. Σημειώνουμε με το ίδιο χρώμα τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό. Ενώνουμε τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό.



Τι μορφή έχουν οι γραμμές που έχουν το ίδιο δυναμικό (ισοδυναμικές γραμμές); Γιατί;

.....

2) Σχεδιασμός δυναμικών γραμμών

1. Στο παραπάνω σχήμα σχεδιάστε τις δυναμικές γραμμές γύρω από το φορτίο.

Μπορείτε ακόμη να επισκεφτείτε την Προσομοίωση δυναμικών γραμμών ηλεκτρικού πεδίου.

https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=509&Itemid=32

2. Πως διατάσσονται οι δυναμικές και οι ισοδυναμικές γραμμές γύρω από την πηγή και γιατί;

.....

.....

.....

.....

Όνοματεπώνυμο:

Ημερομηνία:

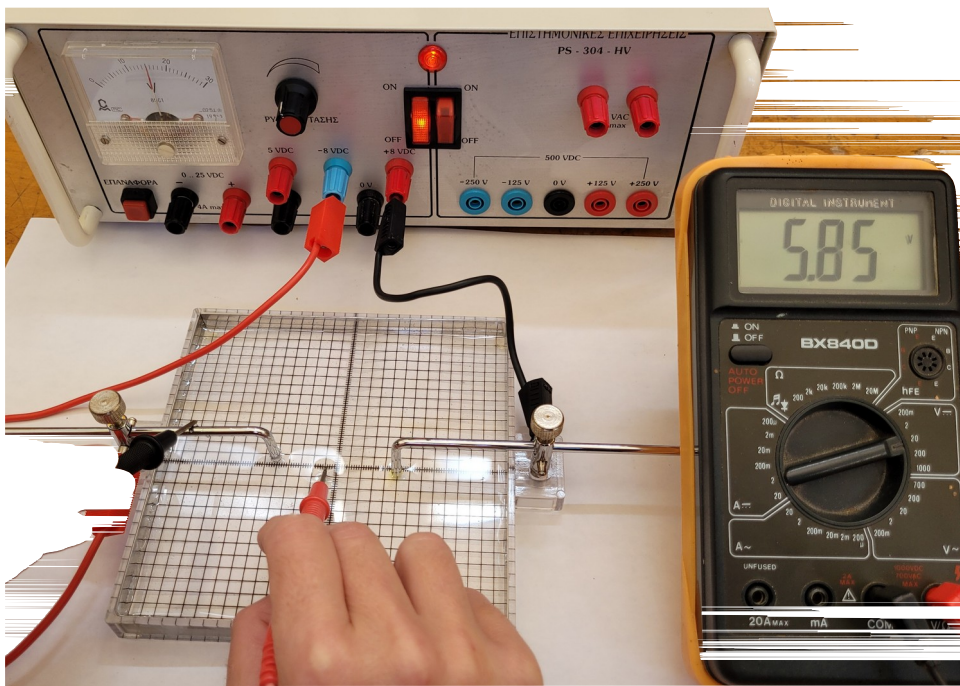
Τμήμα:

Δραστηριότητα 2η

Δυναμικές και ισοδυναμικές γραμμές δύο ετερόσημων ηλεκτρικών φορτίων

1) Σχεδιασμός ισοδυναμικών γραμμών

Βάζουμε νερό στο πλαστικό δοχείο. Τοποθετούμε τα δύο ηλεκτρόδια ακίδα σε απόσταση 5cm μεταξύ τους και τα συνδέουμε με το τροφοδοτικό σε τάση 8V και -8V αντίστοιχα.



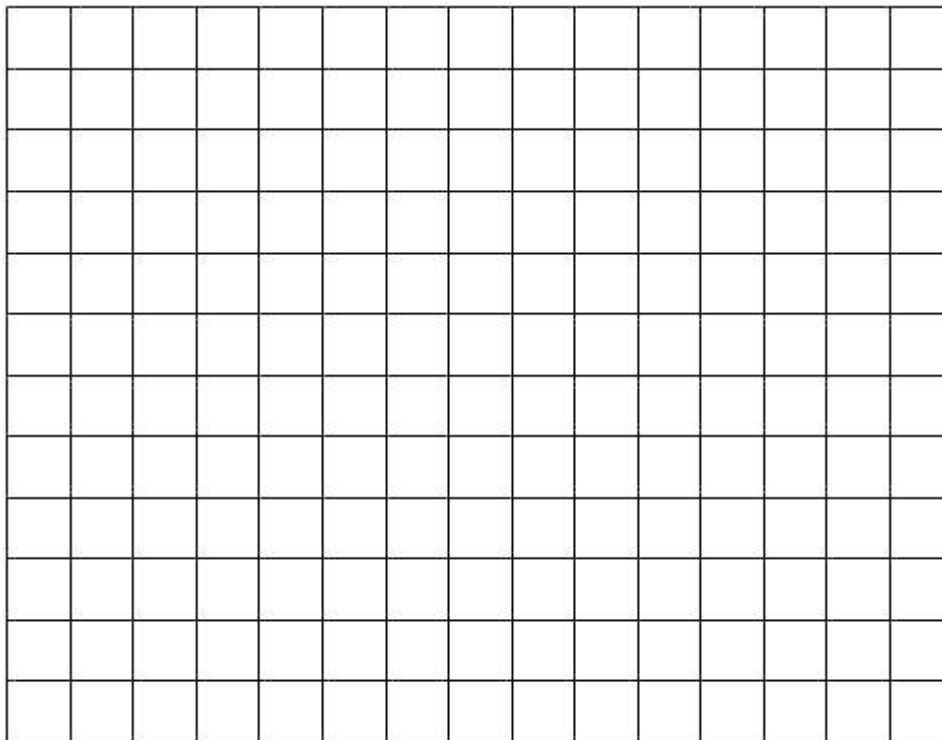
2) Σχεδιασμός ισοδυναμικών γραμμών

Τοποθετούμε τον ένα ακροδέκτη του βολτομέτρου σταθερά στο

θετικό ηλεκτρόδιο ($V = 8V$) και μετακινούμε τον άλλο ακροδέκτη σε αποστάσεις από το ηλεκτρόδιο σύμφωνα με τον πίνακα. Μετράμε την διαφορά δυναμικού με το βολτόμετρο, ΔV και υπολογίζουμε το δυναμικό V από τη σχέση : $\Delta V = 8 - V \Rightarrow V = 8 - \Delta V$

		ΔV	V		ΔV	V		ΔV	V		ΔV	V
Θετικό ηλεκτρόδιο	$r = 0.5\text{cm}$ δεξιά			$r = 0.5\text{cm}$ αριστερά			$r = 0.5\text{cm}$ πάνω			$r = 0.5\text{cm}$ κάτω		
	$r = 1\text{cm}$ δεξιά			$r = 1\text{cm}$ αριστερά			$r = 1\text{cm}$ πάνω			$r = 1\text{cm}$ κάτω		
	$r = 2.5\text{cm}$ δεξιά			$r = 2.5\text{cm}$ αριστερά			$r = 2.5\text{cm}$ πάνω			$r = 2.5\text{cm}$ κάτω		
Αρνητικό ηλεκτρόδιο	$r = 0.5\text{cm}$ δεξιά			$r = 0.5\text{cm}$ αριστερά			$r = 0.5\text{cm}$ πάνω			$r = 0.5\text{cm}$ κάτω		
	$r = 1\text{cm}$ δεξιά			$r = 1\text{cm}$ αριστερά			$r = 1\text{cm}$ πάνω			$r = 1\text{cm}$ κάτω		
	$r = 2.5\text{cm}$ δεξιά			$r = 2.5\text{cm}$ αριστερά			$r = 2.5\text{cm}$ πάνω			$r = 2.5\text{cm}$ κάτω		

Στο παρακάτω μιλιμετρέ χαρτί σημειώνουμε με δύο τελείες τις θέσεις των ηλεκτροδίων. Σημειώνουμε με το ίδιο χρώμα τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό. Ενώνουμε τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό.



Τι μορφή έχουν οι γραμμές που έχουν το ίδιο δυναμικό (ισοδυναμικές γραμμές); Γιατί;

.....

2) Σχεδιασμός δυναμικών γραμμών

1. Στο παραπάνω σχήμα σχεδιάστε τις δυναμικές γραμμές γύρω από το φορτίο. Μπορείτε να επισκεφτείτε την Προσομοίωση δυναμικών γραμμών ηλεκτρικού πεδίου. https://www.seilias.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=509&Itemid=32

2. Πως διατάσσονται οι δυναμικές και οι ισοδυναμικές γραμμές γύρω από τα δύο ηλεκτρόδια και γιατί;

.....

Όνοματεπώνυμο:

Ημερομηνία:

Τμήμα:

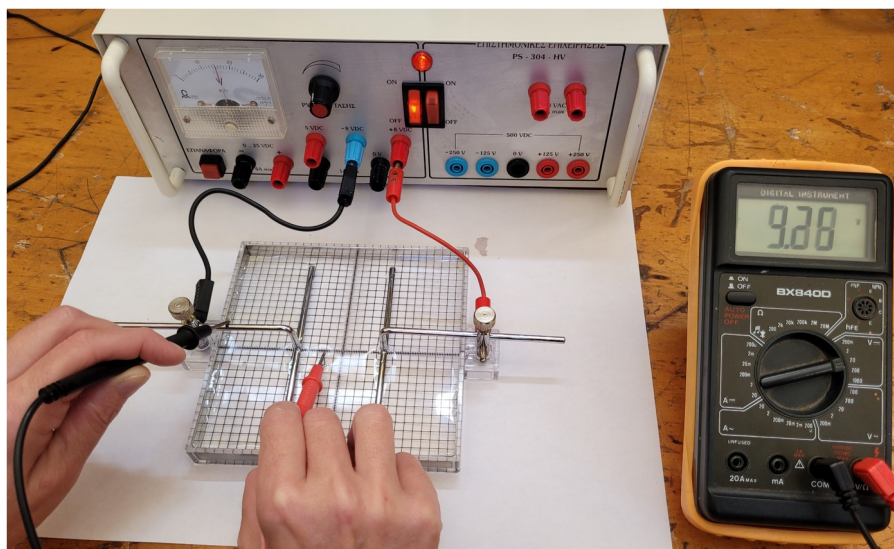
Δραστηριότητα 3η

Δυναμικές και ισοδυναμικές γραμμές δύο παράλληλων ηλεκτροδίων

1) Σχεδιασμός ισοδυναμικών γραμμών

Βάζουμε νερό στο πλαστικό δοχείο. Τοποθετούμε τα δύο ευθύγραμμα ηλεκτρόδια σε απόσταση 5cm μεταξύ τους και τα συνδέουμε με το τροφοδοτικό σε τάση 8V και -8V αντίστοιχα.

Τοποθετούμε τον ένα ακροδέκτη του βολτομέτρου σταθερά στο θετικό ηλεκτρόδιο ($V = 8V$), μετακινούμε τον άλλο ακροδέκτη σε διάφορες αποστάσεις από το ηλεκτρόδιο και

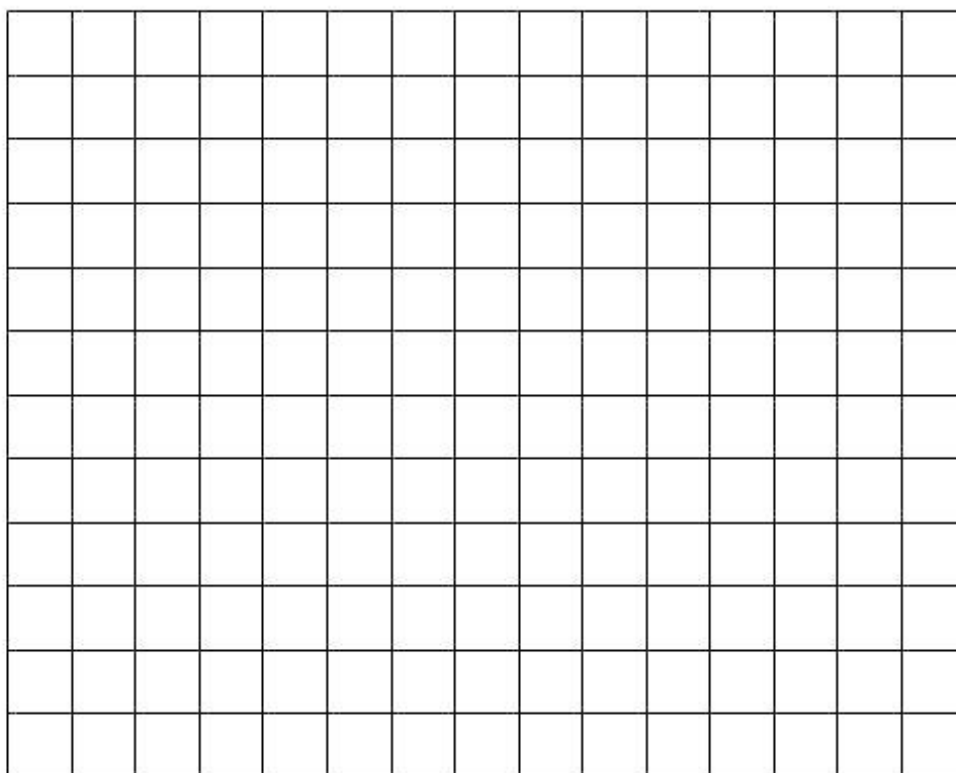


καταχωρούμε τις μετρήσεις μας στον πίνακα. Μετράμε την διαφορά δυναμικού με το βολτόμετρο, ΔV και υπολογίζουμε το δυναμικό V . από τη σχέση :

$$\Delta V = 8 - V \Rightarrow V = 8 - \Delta V$$

Απόσταση (cm)	ΔV	V

Στο παρακάτω μιλιμετρέ χαρτί σημειώνουμε τα δύο ηλεκτρόδια. Σημειώνουμε με το ίδιο χρώμα τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό. Ενώνουμε τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό.



Τι μορφή έχουν οι γραμμές που έχουν το ίδιο δυναμικό (ισοδυναμικές γραμμές); Γιατί;

.....

.....

.....

2) Σχεδιασμός δυναμικών γραμμών

Στο παραπάνω σχήμα σχεδιάστε τις δυναμικές γραμμές γύρω από το φορτίο.

Πως διατάσσονται οι δυναμικές και οι ισοδυναμικές γραμμές γύρω από τα παράλληλα ηλεκτρόδια και γιατί;

.....

.....

.....

Όνοματεπώνυμο:

Ημερομηνία:

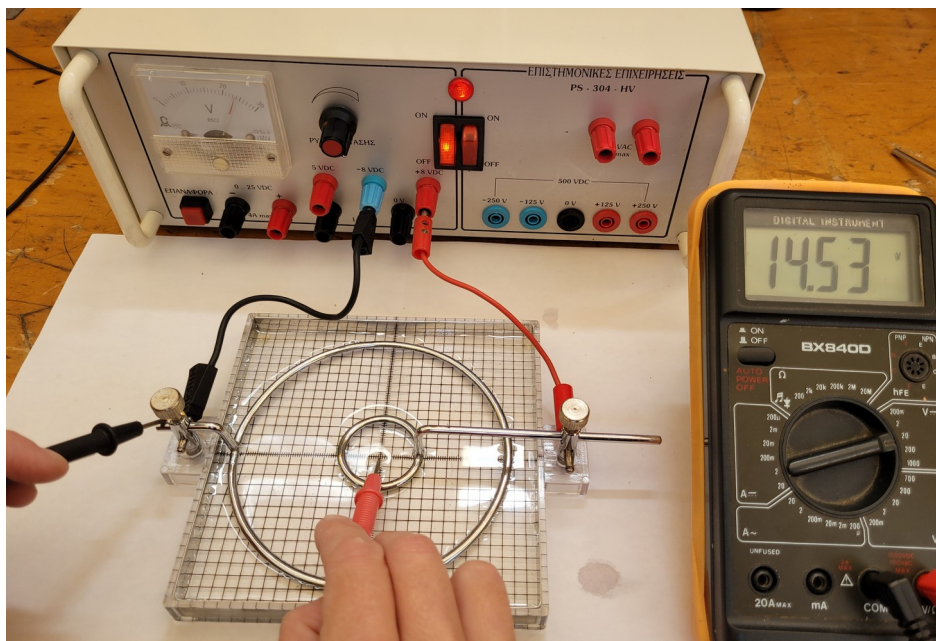
Τμήμα:

Δραστηριότητα 4η

Δυναμικές και ισοδυναμικές γραμμές δύο κυκλικών ηλεκτροδίων

1) Σχεδιασμός ισοδυναμικών γραμμών

Βάζουμε νερό στο πλαστικό δοχείο. Τοποθετούμε τα δύο κυκλικά ηλεκτρόδια και τα συνδέουμε με το τροφοδοτικό σε τάση 8V και -8V αντίστοιχα.

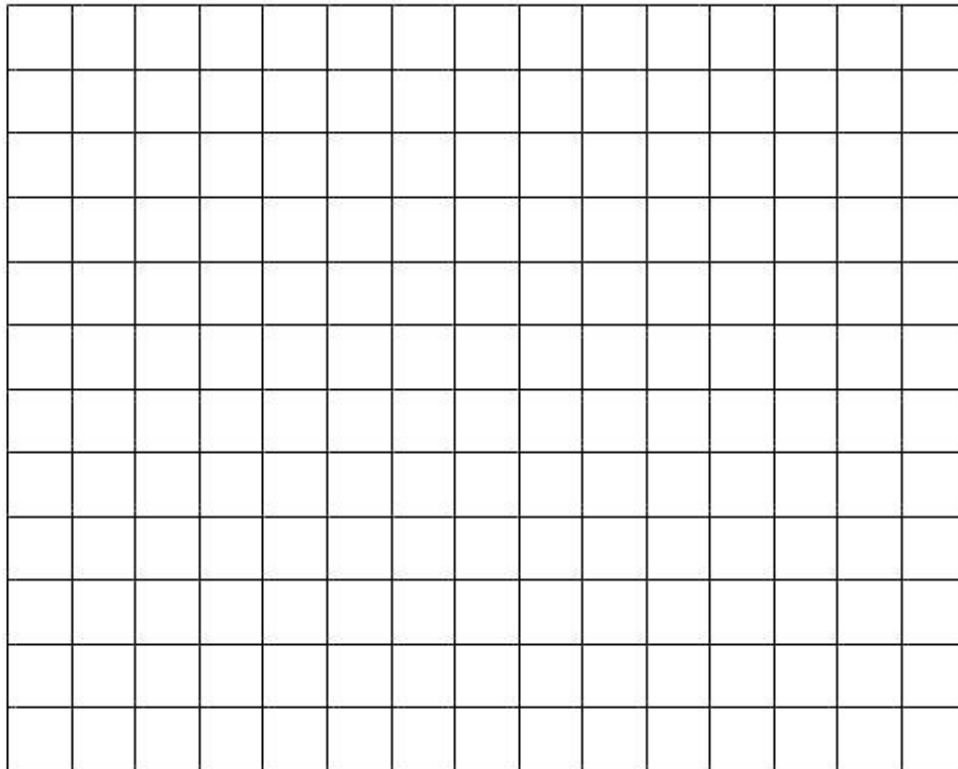


Τοποθετούμε τον ένα ακροδέκτη του βολτομέτρου σταθερά στο θετικό ηλεκτρόδιο ($V = 8V$), μετακινούμε τον άλλο ακροδέκτη σε διάφορες αποστάσεις από το ηλεκτρόδιο και καταχωρούμε τις μετρήσεις μας στον πίνακα. Μετράμε την διαφορά δυναμικού με το βολτόμετρο, ΔV και υπολογίζουμε το δυναμικό V . από τη σχέση :

$$\Delta V = 8 - V \Rightarrow V = 8 - \Delta V$$

Απόσταση (cm)	ΔV	V

Στο παρακάτω μιλιμετρέ χαρτί σημειώνουμε τα δύο κυκλικά ηλεκτρόδια. Σημειώνουμε με το ίδιο χρώμα τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό. Ενώνουμε τα σημεία που έχουν το ίδιο δυναμικό.



Τι μορφή έχουν οι γραμμές που έχουν το ίδιο δυναμικό (ισοδυναμικές γραμμές); Γιατί;

.....

.....

.....

2) Σχεδιασμός δυναμικών γραμμών

Στο παραπάνω σχήμα σχεδιάστε τις δυναμικές γραμμές γύρω από τα ηλεκτρόδια
 Πως διατάσσονται οι δυναμικές και οι ισοδυναμικές γραμμές γύρω από τα κυκλικά ηλεκτρόδια και γιατί;

.....

.....

.....

Βοήθεια

Γράψτε τον ορισμό της διαφοράς δυναμικού:

.....
.....
.....

Κατά μήκος μίας ισοδυναμικής γραμμής πόση είναι η διαφορά δυναμικού;

.....
.....
.....

Τι συμπεραίνετε για το έργο της ηλεκτρικής δύναμης κατά μήκος μίας ισοδυναμικής γραμμής;

.....
.....
.....

Τι κατεύθυνση πρέπει να έχει η ηλεκτρική δύναμη για να έχει το παραπάνω έργο;

.....
.....
.....

Τι κατεύθυνση πρέπει να έχει η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (δυναμικές γραμμές) κατά μήκος μίας ισοδυναμικής γραμμής;

.....
.....
.....

Όνοματεπώνυμο:

Ημερομηνία:

Τμήμα:

Δραστηριότητα 5η

Ηλεκτρικό και Βαρυτικό πεδίο. Μοιάζουν ή διαφέρουν;



ekfechan@gmail.com

1) Το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο αξιοποιεί την μείωση της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας για την παραγωγή ενέργειας.


Υπολογίστε την ισχύ που αποδίδει 1kg νερού αν πέσει από ύψος 100m; Πόσες λάμπες των 4 watt μπορεί να ανάψει αν δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας;

.....
.....
.....

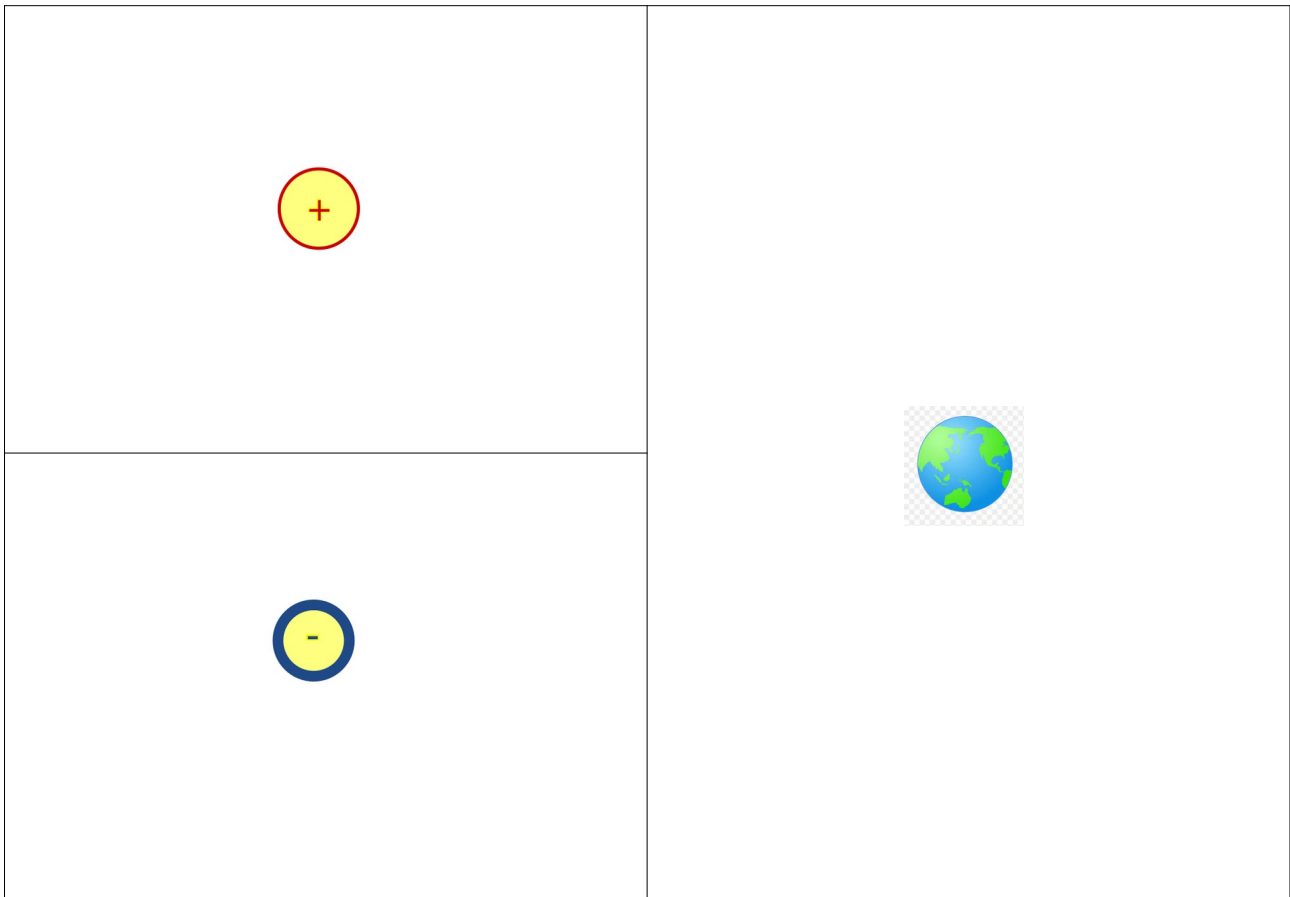
Άρα ποιες είναι οι προδιαγραφές για να ηλεκτροδοτήσει ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο μια ολόκληρη πόλη με ανάγκες 50 MW;

.....
.....
.....

2) Συγκρίνετε το ηλεκτροστατικό πεδίο σημειακού φορτίου με το βαρυτικό πεδίο σημειακής μάζας και σημειώστε ομοιότητες ή διαφορές όσον αφορά το υπόθεμα, τη δύναμη κλπ. στον παρακάτω πίνακα :

	Ομοιότητες ηλεκτροστατικού και βαρυτικού πεδίου	Διαφορές ηλεκτροστατικού και βαρυτικού πεδίου
<p>Υπόθεμα</p> 		
<p>Δύναμη</p> <p>(π.χ. σχέση μεταξύ δύναμης - απόστασης)</p>		
<p><i>Ποσοτική σύγκριση</i> (σε απόσταση 1m , μάζες 1kg και φορτία 1C)</p>		
<p>Ένταση</p> <p>(π.χ. σχέση μεταξύ έντασης - απόστασης)</p>		
<p>Δυναμική ενέργεια</p> <p>(π.χ. σχέση μεταξύ δυναμικής ενέργειας -απόστασης)</p>		
<p>Δυναμικό</p> <p>(π.χ. σχέση μεταξύ δυναμικού -απόστασης)</p>		

3) σημειώστε τις δυναμικές γραμμές και τις ισοδυναμικές γραμμές γύρω από τα δύο σημειακά φορτία τα οποία είναι σε μεγάλη απόσταση.



3) Ποιες πιστεύετε ότι θα είναι οι δυναμικές και οι ισοδυναμικές γραμμές γύρω από μία σημειακή μάζα; Γιατί;

.....
.....
.....

Να τις σχεδιάσετε στο παραπάνω σχήμα.