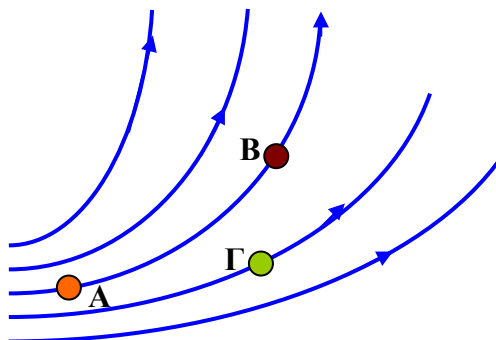


Ερωτήσεις εμπέδωσης της θεωρίας

δίνεται το παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 1

Ερ. Τι παριστάνει το παραπάνω σχήμα;

Απ. Ένα τμήμα από το **φάσμα** ενός ηλεκτρικού πεδίου.

Ερ. Πως ονομάζονται οι γραμμές του σχήματος;

Απ. **Δυναμικές γραμμές** (δ.γ.).

Ερ. Είναι πραγματικές ;

Απ. Όχι, είναι νοητές (φανταστικές) γραμμές που επινόησε ο Faraday.

Ερ. Σε τι εξυπηρετούν;

Απ. Δίνουν μια εποπτική εικόνα του αόρατου ηλεκτρικού πεδίου.

Ερ. Αν τοποθετήσουμε ένα ηλεκτρικό φορτίο στο σημείο A και το αφήσουμε ελεύθερο να κινηθεί (αυθόρμητα), ποιά τροχιά θα ακολουθήσει;

Απ. Θα ακολουθήσει τη δ.γ. που διέρχεται από το σημείο A.

Ερ. Με ποια φορά;

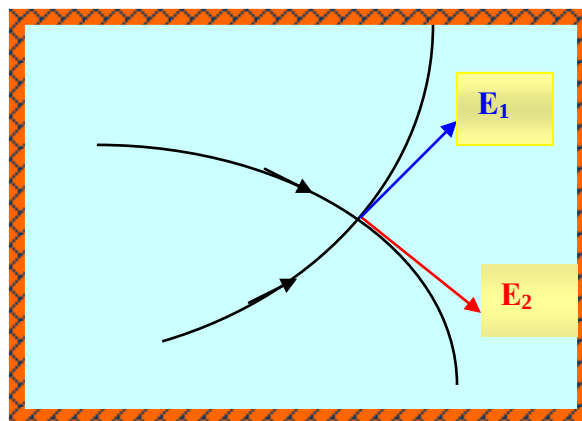
Απ. Αν είναι θετικό θα κινηθεί προς τη φορά της δ.γ. , ενώ αν είναι αρνητικό αντίθετα.

Ερ. Θα μπορούσαν να εφάπτονται οι δ.γ. σε ένα σημείο;

Απ. Όχι γιατί αυτό θα σήμαινε ότι η ένταση στο σημείο αυτό θα ήταν άπειρη.

Ερ. Θα μπορούσε να τέμνονται δύο από τις γραμμές αυτές σε ένα σημείο;

Απ. Όχι γιατί τότε θα είχαμε δύο (διαφορετικές) εντάσεις στο ίδιο σημείο.



σχήμα 2

Ερ. Τι είδους ηλεκτρικά φορτία μπορείτε να φανταστείτε κοντά στις δ.γ. του σχήματος 1 και γιατί;

Απ. Ένα ή περισσότερα θετικά φορτία αριστερά και ένα (ή περισσότερα) αρνητικά φορτία δεξιά, γιατί οι δ.γ. ενός Η.Π. ξεκινούν από θετικά φορτία και καταλήγουν σε αρνητικά ή στο άπειρο.

Ερ. Πώς θα χαρακτηρίζαμε το θετικό φορτίο που φανταζόμαστε αριστερά από τις δ.γ.;

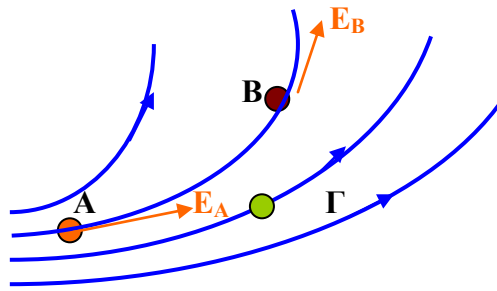
Απ. Πηγή του Η. Π.

Ερ. Πώς θα χαρακτηρίζατε το Η.Π. του σχήματος και γιατί;

Απ. Ανομοιογενές, γιατί η πυκνότητα των δ.γ. διαφέρει (δεν είναι παντού η ίδια).

Ερ. Σχεδιάστε την ένταση του Η.Π. στο σημείο Α και στο σημείο Β.

Απ. Το διάνυσμα της έντασης είναι πάντα εφαπτόμενο στη δ.γ. του πεδίου που διέρχεται από το σημείο αυτό. Όσο απομακρυνόμαστε από την πηγή η ένταση ελαττώνεται άρα το διάνυσμα της έντασης στο Β θα είναι μικρότερο σε μέτρο από εκείνο στο Α.



Σχήμα 3

Ερ. Σχεδιάστε το δυναμικό του Η.Π. στο σημείο Α και στο σημείο Β.

Απ. Δεν μπορούμε, γιατί το δυναμικό είναι μονόμετρο μέγεθος και όχι διανυσματικό.

Ερ. Τι πρόσημο θα έχει το δυναμικό του πεδίου στα σημεία Α και Β και Γ;

Απ. Θετικό αφού θετική είναι η πηγή.

Ερ. Σε ποιο από τα σημεία Α και Β θα είναι μεγαλύτερο το δυναμικό;

Απ. Στο Α γιατί η απόσταση του από την πηγή είναι μικρότερη ή γιατί βρίσκεται σε περιοχή όπου οι δ.γ. είναι πυκνότερες..

Ερ. Τι θα άλλαζε από τα παραπάνω αν στο σχήμα μας η φορά των δ.γ. ήταν αντίθετη (από τα δεξιά προς τα αριστερά);

Απ. Θα είχαμε πάλι ένα ανομοιγενές Η.Π. που η πηγή του θα ήταν αρνητική, η ένταση σε όλα τα σημεία θα ήταν αντίθετης φοράς (προς τα αριστερά) και το δυναμικό σε όλα τα σημεία αρνητικό.

Ερ. Αν θέλουμε να μεταφέρουμε από το άπειρο (από πολύ μακριά) ένα μικρό θετικό δοκιμαστικό ηλ. φορτίο $+q$ κοντά στην πηγή και να το τοποθετήσουμε στο σημείο Α, θα αντιμετωπίσουμε κάποια δυσκολία;

Απ. Ναι γιατί θα πρέπει να ξεπεράσουμε την μεταξύ των δύο φορτίων άπωση, άρα θα χρειαστεί να παράγουμε κάποιο έργο (να δαπανήσουμε δηλαδή ενέργεια).

Ερ. Πώς μπορώ να υπολογίσω το έργο που θα απαιτηθεί για τη μεταφορά αυτή;

Απ. Με τον τύπο $W_{\infty A} = q \cdot V_A$

Ερ. Τι γίνεται η ενέργεια αυτή που θα δαπανήσουμε;

Απ. Μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο φορτίων (πηγής και υποθέματος).

Ερ. Πώς μπορώ να υπολογίσω την ενέργεια αυτή;

Απ. Με τον τύπο $U_A = k_c Qq / r$, όπου r η απόσταση του A από την πηγή.

Ερ. Τι πρόσημο θα έχει η δυναμική ενέργεια του συστήματος;

Απ. Θετική αφού τα δύο φορτία είναι ομώνυμα.

Ερ. Και αν το υπόθεμα μου ήταν αρνητικό;

Απ. Αρνητική (στον τύπο της δυναμ. ενέργειας δεν υπάρχει απόλυτη τιμή στα φορτία).

Ερ. Σχεδιάστε τη δύναμη που θα δεχθεί το θετικό μας υπόθεμα q αν τοποθετηθεί στη θέση A και στη θέση B .

Απ. Και η δύναμη είναι μέγεθος διανυσματικό, που εφάπτεται στη δ.γ. που διέρχεται από το σημείο που μας ενδιαφέρει και έχει την ίδια φορά με την ένταση.

Ερ. Αν το υπόθεμα μας ήταν αρνητικό;

Απ. Η φορά της δύναμης θα ήταν αντίθετη, άρα αντίθετη με τη φορά της έντασης (η οποία δεν αλλάζει γιατί δεν εξαρτάται από το υπόθεμα, αλλά μόνον από την πηγή).

Ερ. Αν αφήναμε ελεύθερο το υπόθεμα να κινηθεί, θα παρέμενε στη θέση A ;

Απ. Όχι, η απωστική δύναμη που δέχεται θα το απομάκρυνε και θα ξαναγύριζε στο άπειρο.

Ερ. Τι τροχιά θα ακολουθούσε;

Απ. Τη δυναμική γραμμή που διέρχεται από το σημείο A .

Ερ. Ποιά δύναμη θα το μετακινούσε;

Απ. Η δύναμη του πεδίου (η πεδιακή δύναμη).

Ερ. Πώς θα υπολογίζαμε το έργο της και τι πρόσημο θα είχε;

Απ. Από τον τύπο $W_{A\infty} = q \cdot V_A$ και θα ήταν θετικό (παραγόμενο) αφού η δύναμη είναι ομόρροπη με τη μετατόπιση.

Ερ. **Τι είδους κίνηση θα έκανε το q ;**

Απ. Καμπυλόγραμμη επιταχυνόμενη.

Ερ. **Ομαλά επιταχυνόμενη;**

Απ. Όχι γιατί η δύναμη διαρκώς ελαττώνεται, αφού η απόσταση των δύο φορτίων μεγαλώνει, άρα το μέτρο της επιτάχυνσης σταδιακά ελαττώνεται.

Ερ. **Κατά τη μετακίνηση αυτή η δυναμική ενέργεια του συστήματος διαρκώς ελαττώνεται, αφού η απόσταση των δύο φορτίων μεγαλώνει και τελικά μηδενίζεται. Τι γίνεται η ενέργεια αυτή που χάνεται;**

Απ. Μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του q που επιταχύνεται.

Ερ. **Πώς μπορώ να υπολογίσω την ταχύτητα του q κάποια στιγμή, στη διάρκεια της μετακίνησής του αυτής;**

Απ. Όχι με το τυπολόγιο της επιταχυνόμενης κίνησης, που μάθαμε στην Α΄ Λυκείου (ισχύει μόνον για σταθερή δύναμη, άρα και σταθερή επιτάχυνση), αλλά μόνον με ενέργειες, δηλαδή με την Α.Δ.Ε ή με το Θ.Μ.Κ.Ε.

δηλαδή:

$$K_{\alpha} + U_{\alpha} = K_{\tau} + U_{\tau}$$

ή

$$K_{\tau} - K_{\alpha} = W \qquad \text{όπου } K = \frac{1}{2} m u^2 \quad \text{και} \quad U = k_c Q q / r$$

Άλυτη άσκηση 1^{ου}

Θετικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $Q_1 = -2 \mu\text{C}$ είναι ακίνητο σε σημείο Α.
Αν $k_C = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$:

Α. μια πηγή

1. Να υπολογίσετε την ένταση σε σημείο Γ, που απέχει $r = 30\text{cm}$ από το σημείο Α και να σχεδιάσετε το διάνυσμά της στο σημείο αυτό.
2. Να υπολογίσετε το δυναμικό στο σημείο Γ.
3. Να υπολογίσετε το έργο που θα παράγει εξωτερική δύναμη F για τη μεταφορά δοκιμαστικού φορτίου $q = +4\mu\text{C}$ από το άπειρο στο σημείο Γ.
4. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του πεδίου για τη μεταφορά του δοκιμαστικού φορτίου $q = +4\mu\text{C}$ από το άπειρο στο σημείο Γ.
5. Να υπολογίσετε την δυναμική ενέργεια του φορτίου q.
6. Να υπολογίσετε και να σχεδιάσετε τη δύναμη στο φορτίο q στο σημείο Γ.
7. Να υπολογίσετε την απόσταση από το Q στην οποία πρέπει να βρεθεί δοκιμαστικό φορτίο $q = +4\mu\text{C}$, για να δεχθεί δύναμη μέτρου $0,4\text{N}$.
8. Να υπολογίσετε το έργο που θα παράξει η δύναμη του πεδίου για τη μεταφορά δοκιμαστικού φορτίου $q = +4\mu\text{C}$ από το σημείο Γ σε σημείο Δ που απέχει 40cm από το φορτίο Q.
9. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του q στο σημείο Δ.
10. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του q στο σημείο Δ.

B. δύο πηγές

Δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = -2 \mu\text{C}$ και $Q_2 = +4 \mu\text{C}$ είναι ακίνητα στα σημεία Α και Β αντίστοιχα.. Αν $AB = 60 \text{ cm}$.

11. Να υπολογίσετε την ένταση και το δυναμικό στο μέσο Μ της απόστασής τους.
12. Να βρείτε σε ποιο σημείο της ευθείας ΑΒ μηδενίζεται η ένταση του Η.Π., που δημιουργείται από τα δύο φορτία και σε ποιο μηδενίζεται το δυναμικό.
13. Να υπολογίσετε την ένταση και το δυναμικό σε σημείο Γ της μεσοκαθέτου της ΑΒ, που απέχει 40 cm από το μέσον της Μ.
14. Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια δοκιμαστικού φορτίου $q = +5\mu\text{C}$ στη θέση
15. Να υπολογίσετε το έργο του πεδίου για τη μετακίνηση του δοκιμαστικού αυτού φορτίου από τη θέση Γ μέχρι το άπειρο.

Γ. περισσότερες πηγές

Τρία όμοια σημειακά ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 2\mu\text{C}$, τοποθετούνται στις κορυφές ισόπλευρου τριγώνου ΑΒΓ πλευράς $a = 30\text{cm}$.

16. Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του συστήματος.
17. Να υπολογίσετε την ένταση και το δυναμικό στο κέντρο του τριγώνου.
18. Τέσσερα όμοια σημειακά ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 2\mu\text{C}$, τοποθετούνται στις κορυφές τετραγώνου ΑΒΓΔ πλευράς $a = 30\text{cm}$.
19. Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του συστήματος.
20. Να υπολογίσετε την ένταση και το δυναμικό στο κέντρο του τετραγώνου.