

ΕΝΤΑΣΗ

Πριν αναφερθούμε στην ένταση του ηλεκτρικού πεδίου πρέπει να προσέξουμε τους παρακάτω ορισμούς.

I. Πηγή Q ονομάζουμε κάθε φορτίο το οποίο δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο.

II. Υπόθεμα q ονομάζουμε κάθε σημαντικό ηλεκτρικό φορτίο το οποίο φέρεται ή μετακινείται μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο.

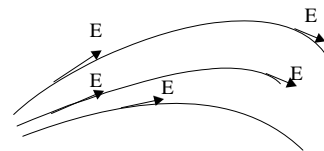
III. Δυναμικές γραμμές ονομάζονται οι τροχιές που διαγράφει ένα θετικό ηλεκτρικό σημειακό φορτίο όταν φέρεται μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο. Οι δυναμικές γραμμές σχεδιάζονται με βάση ορισμένους κανόνες. Αυτοί είναι:

1. Η δυναμική γραμμή σχεδιάζεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε η εφαπτομένη της σε κάθε σημείο να δίνει την διεύθυνση και τη φορά της έντασης του πεδίου.

2. Η πυκνότητα των δυναμικών γραμμών είναι ανάλογη της έντασης του πεδίου δηλαδή πυκνές γραμμές σημαίνει ισχυρό πεδίο, αραιές γραμμές σημαίνει ασθενές πεδίο.

3. Οι δυναμικές γραμμές δεν τέμνονται

4. Οι δυναμικές γραμμές αρχίζουν από θετικά φορτία ή το άπειρο και καταλήγουν σε αρνητικά φορτία ή το άπειρο.



Για τον υπολογισμό της έντασης σε τυχαίο σημείο του χώρου εφαρμόζουμε δύο σχέσεις

$$E_A = \frac{F}{q} \text{ (1) και } E_A = \frac{k \cdot Q}{r_1^2} \text{ (2)}$$

1. Η διαφορά των δύο τύπων είναι ότι στη σχέση (1) χρησιμοποιούμε το φορτίο που μετακινείται (υπόθεμα) ενώ στη (2) το φορτίο που δημιουργεί το ηλεκτρικό πεδίο (πηγή).

2. Ο τύπος (2) χρησιμοποιείται αποκλειστικά και μόνο για τον υπολογισμό της έντασης σε τυχαίο σημείο του ηλεκτρικού πεδίου όταν γνωρίζουμε το φορτίο ή τα φορτία που δημιουργούν το πεδίο αυτό. Ο τύπος (1) χρησιμοποιείται

A) στη περίπτωση που θέλουμε να υπολογίσουμε τη δύναμη που ασκεί το ηλεκτρικό πεδίο σε κινούμενο φορτίο και σε τυχαίο σημείο του πεδίου στο οποίο είναι γνωστή η ένταση και

B) για τις κινήσεις των φορτίων μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο όπου και υπολογίζουμε την επιτάχυνση κίνησης του φορτίου.

Στο σχολικό βιβλίο να προσέξετε ιδιαίτερα τα σχήματα 3.1-6 και 3.1-7 της σελίδας 17 από τα οποία προκύπτει ότι:

1) όταν το υπόθεμα είναι θετικό η ένταση και η δύναμη έχουν την ίδια διεύθυνση και φορά

2) όταν το υπόθεμα είναι αρνητικό η ένταση και η δύναμη έχουν την ίδια διεύθυνση και αντίθετη φορά.

Επίσης να προσέξετε ότι:

Για τον σχεδιασμό της έντασης σε κάποιο σημείο του ηλεκτρικού πεδίου δεν λαμβάνεται υπόψη το πρόσημο του υποθέματος διότι η ένταση εξαρτάται μόνο από την πηγή. Το πρόσημο του υποθέματος λαμβάνεται υπόψη μόνο για τον σχεδιασμό της δύναμης.

Επίσης το πρόσημο των φορτίων (υποθέματα ή πηγές) δεν λαμβάνεται υπόψη στην αντικατάσταση των τύπων για διανυσματικά μεγέθη παρά μόνο για μονόμετρα.

Πριν την ανάπτυξη της μεθοδολογίας κρίνεται σκόπιμο να τονίσουμε τον τρόπο γραφής της έντασης που δημιουργείται σε ένα σημείο του ηλεκτρικού πεδίου. Συγκεκριμένα για αποφυγή των λαθών των μαθητών στις εντάσεις και τις αποστάσεις του φορτίου από τη πηγή προτείνουμε να γράφονται σαν δείκτες στις εντάσεις

- 1) το σημείο στο οποίο υπολογίζουμε την ένταση και
- 2) το φορτίο που δημιουργεί το ηλεκτρικό πεδίο

Για παράδειγμα ο συμβολισμός $E_{A(Q_2)}$ σημαίνει ότι η ένταση υπολογίζεται στο σημείο A και προέρχεται από το φορτίο Q_2 που δημιουργεί το ηλεκτρικό πεδίο.

Πρώτη κατηγορία ασκήσεων:

Όταν ζητάμε την ολική ένταση σε ένα σημείο του χώρου, εργαζόμαστε αντίστοιχα με την κατηγορία των ασκήσεων στις δυνάμεις.

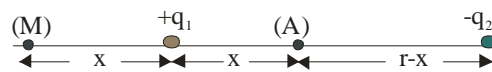
Δεύτερη κατηγορία ασκήσεων:

Ασκήσεις που αναφέρονται σε κινήσεις φορτίων μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

- α) Σχεδιάζω τις δυνάμεις που ενεργούν στο φορτίο (το βάρος του φορτίου δεν λαμβάνεται υπόψη)
- β) Εφαρμόζω τις εξισώσεις κινηματικής ή την αρχή διατήρησης της ενέργειας προσέχοντας στον υπολογισμό της επιτάχυνσης
- γ) Λύνω το σύστημα των εξισώσεων που προκύπτει.

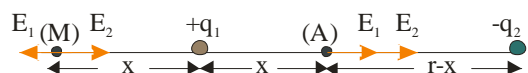
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 2^ο

Στο σχήμα βλέπουμε δύο μικρές μεταλλικές σφαίρες οι οποίες έχουν φορτία $Q_1=0,6 \mu Cb$ και $Q_2=-0,4 \mu Cb$, ενώ η μεταξύ τους απόσταση είναι $r=0,1 m$. Να υπολογίσετε τις εντάσεις του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τα δύο φορτία στα σημεία A και M αν δίνεται $x=0,05 m$. Δίνεται $K_{ηλ}=9 \cdot 10^9 Nt \cdot m^2/Cb^2$.



ΛΥΣΗ

α) Σχεδιάζω τις εντάσεις που δημιουργούν τα φορτία στα αντίστοιχα σημεία.



β) υπολογίζω τα μέτρα των εντάσεων χωριστά

$$E_1 = \frac{K \cdot q_1}{x^2} \Rightarrow E_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow E_1 = 2,16 \cdot 10^6 \text{ Nt} / Cb$$

$$E_2 = \frac{K \cdot q_2}{(0,1-x)^2} \Rightarrow E_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 0,4 \cdot 10^{-6}}{(0,1-0,05)^2} \Rightarrow E_2 = 1,44 \cdot 10^6 \text{ Nt / Cb}$$

γ) Όπως παρατηρούμε στο σχήμα τα διανύσματα των δύο εντάσεων έχουν την ίδια διεύθυνση. Υπολογίζω τη συνολική ένταση στο σημείο (A).

$$\Sigma \vec{E}_{(A)} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow \Sigma E_{(A)} = E_1 + E_2 \Rightarrow \Sigma E_{(A)} = 2,16 \cdot 10^6 + 1,44 \cdot 10^6 \Rightarrow \Sigma E_{(A)} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Nt / Cb}$$

Όμοια εργαζόμαστε για το σημείο (M).

$$E_1 = \frac{K \cdot q_1}{x^2} \Rightarrow E_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 0,6 \cdot 10^{-6}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow E_1 = 2,16 \cdot 10^6 \text{ Nt / Cb}$$

$$E_2 = \frac{K \cdot q_2}{(0,1+x)^2} \Rightarrow E_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 0,4 \cdot 10^{-6}}{(0,1+0,05)^2} \Rightarrow E_2 = 1,6 \cdot 10^6 \text{ Nt / Cb}$$

Όπως παρατηρούμε στο σχήμα τα διανύσματα των δύο εντάσεων έχουν την ίδια διεύθυνση. Υπολογίζω τη συνολική ένταση στο σημείο (M).

$$\Sigma \vec{E}_{(M)} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \Rightarrow \Sigma E_{(M)} = -E_1 + E_2 \Rightarrow \Sigma E_{(M)} = -2,16 \cdot 10^6 + 1,6 \cdot 10^6 \Rightarrow \Sigma E_{(M)} = -0,56 \cdot 10^6 \text{ Nt / Cb}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 3^ο

Μεταξύ των οπλισμών ενός πυκνωτή εφαρμόζεται ηλεκτρικό πεδίο με ένταση $E=10^3 \text{ Nt/Cb}$. Το μήκος μεταξύ των πλακών είναι $l=1 \text{ mm}$. Να υπολογίσετε τη ταχύτητα ενός θετικού σημειακού ηλεκτρικού φορτίου $Q=1,5 \cdot 10^{-20} \text{ Cb}$ με μάζα $m=3 \cdot 10^{-30} \text{ kgr}$ μόλις φτάνει στον αρνητικό οπλισμό ενός πυκνωτή, εάν το αφήσουμε ελεύθερο από τον θετικό του οπλισμό και δίνεται $K_{ηλ}=9 \cdot 10^9 \text{ Nt.m}^2/\text{Cb}^2$.

ΛΥΣΗ

1^{ος} τρόπος:

- α) Σχεδιάζω τις δυνάμεις που ενεργούν στο φορτίο κατά τη κίνησή του
β) Εφαρμόζω τις εξισώσεις κινηματικής και το θεμελιώδη νόμο της κινηματικής.

$$l = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad (1) \quad \text{και}$$

$$v = a \cdot t \quad (2)$$

$$F = m \cdot a \quad (3)$$

Από την σχέση του ορισμού της έντασης έχουμε

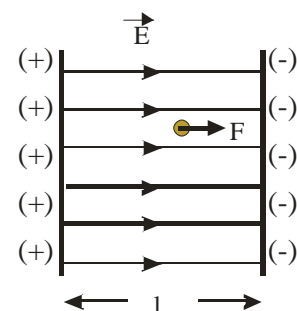
$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow F = E \cdot q \Rightarrow F = 10^3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-20} \Rightarrow F = 1,5 \cdot 10^{-17} \text{ Nt}$$

Οπότε η σχέση (3) γράφεται

$$(3) \Rightarrow 1,5 \cdot 10^{-17} = 3 \cdot 10^{-30} \cdot a \Rightarrow a = 5 \cdot 10^{12} \text{ m / sec}^2$$

Από την σχέση (1) υπολογίζουμε το χρόνο κίνησης δηλαδή

$$(1) \Rightarrow 10^{-3} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{12} \cdot t^2 \Rightarrow t^2 = 0,4 \cdot 10^{-15} \Rightarrow t^2 = 4 \cdot 10^{-16} \Rightarrow t = 2 \cdot 10^{-8} \text{ sec}$$



$$(1) \Rightarrow v = 5 \cdot 10^{12} \cdot 2 \cdot 10^{-8} \Rightarrow v = 10^5 \text{ m/sec}$$

2^{ος} τρόπος:

α) Σχεδιάζω τις δυνάμεις που ενεργούν στο φορτίο κατά τη κίνησή του

β) Εφαρμόζω την Α.Δ.Ε. για τη κίνηση του φορτίου

$$K_{\text{αρχ}} + W_F = K_{\text{τελ}} \Rightarrow W_F = K_{\text{τελ}} \Rightarrow F \cdot l = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad (1)$$

Από την σχέση του ορισμού της έντασης έχουμε

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow F = E \cdot q \Rightarrow F = 10^3 \cdot 1,5 \cdot 10^{-20} \Rightarrow F = 1,5 \cdot 10^{-17} \text{ Nt}$$

Οπότε η σχέση (3) γράφεται

$$(1) \Rightarrow 1,5 \cdot 10^{-17} \cdot 10^{-3} = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 10^{-30} \cdot v^2 \Rightarrow v^2 = 10^{10} \Rightarrow v = 10^5 \text{ m/sec}$$

Physics by Chris Simopoulos