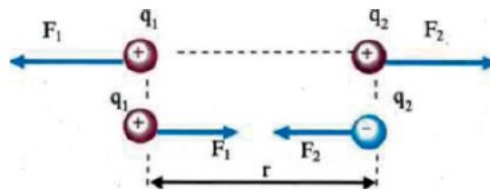


Νόμος του Coulomb

«Το μέτρο της δύναμης αλληλεπίδρασης, που αναπτύσσεται μεταξύ δύο σημειακών φορτίων, είναι ανάλογο του γινομένου των φορτίων και αντιστρόφως, ανάλογο του τετραγώνου της απόστασής τους»



Εικόνα 1.1-1. (α) Δυνάμεις απωθητικές. (β) Δυνάμεις ελκτικές.

Η παραπάνω διατύπωση είναι ο νόμος του Coulomb και η μαθηματική σχέση δίνεται από τον τύπο:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

όπου k είναι η σταθερή αναλογίας και εξαρτάται από το μέσο στο οποίο βρίσκονται τα φορτία.

Στο διεθνές σύστημα μονάδων (S.I.) η δύναμη μετريέται σε Newton (N), η απόσταση r σε μέτρα (m) και το φορτίο σε Coulomb (C).

Παρατηρήσεις:

(i) Οι δυνάμεις, που αναπτύσσονται μεταξύ των δύο φορτίων βρίσκονται στην ευθεία που διέρχεται από τα φορτία αν είναι σημειακά ή από τα κέντρα τους αν είναι φορτισμένες σφαίρες.

(ii) Οι δυνάμεις αυτές έχουν πάντα ίσα μέτρα και είναι αντίρροπες ανεξάρτητα αν τα φορτία q_1 και q_2 είναι ίσα ή όχι. Ισχύει:

$$F_1 = F_2 = F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

Μπορούμε να πούμε ότι είναι σε συμφωνία με τον 3ο νόμο του Νεύτωνα “δράσης - αντίδρασης”.

(iii) Είναι δυνάμεις, ελκτικές όταν εμφανίζονται ανάμεσα σε ετερόσημα φορτία και απωστικές όταν ανάμεσα σε ομόσημα φορτία.

(iv) Ο νόμος του Coulomb ισχύει μόνο αν τα φορτία έχουν αμελητέες διαστάσεις σε σχέση με την μεταξύ τους απόσταση.

(v) Η τιμή της σταθερής k εξαρτάται από το υλικό μέσο που παρεμβάλλεται μεταξύ των φορτίων. Αν το μέσο είναι ξηρός αέρας τότε η k παίρνει την τιμή

$$9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}.$$

Πεδίο δυνάμεων

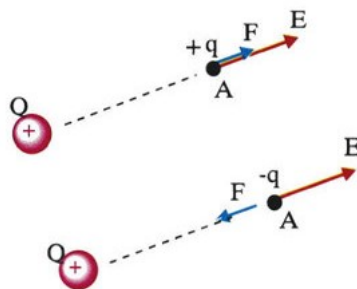
Ηλεκτρικό πεδίο ονομάζουμε το χώρο μέσα στον οποίο όταν βρεθεί ηλεκτρικό φορτίο δέχεται ηλεκτροστατική δύναμη.

Για να αποδείξουμε πειραματικά την ύπαρξη του ηλεκτρικού πεδίου σε κάποιο σημείο, χρησιμοποιούμε ένα σημειακό ηλεκτρικό φορτίο που ονομάζουμε δοκιμαστικό φορτίο.

Ένταση ηλεκτρικού πεδίου

Ένταση σε σημείο ηλεκτρικού πεδίου ονομάζουμε το φυσικό διανυσματικό μέγεθος που έχει μέτρο ίσο με το πηλίκο του μέτρου της δύναμης που ασκείται σε φορτίο q που βρίσκεται σ' αυτό το σημείο προς το φορτίο αυτό και κατεύθυνση την κατεύθυνση της δύναμης, αν αυτή ασκείται σε θετικό φορτίο.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$



Η ένταση είναι μέγεθος διανυσματικό και για τον πλήρη καθορισμό της πρέπει να γνωρίζουμε την κατεύθυνση (φορά και διεύθυνση) και το μέτρο του διανύσματος. Το σημείο εφαρμογής είναι αυτό που εμείς επιλέγουμε κάθε φορά (π.χ. το A).

- Η κατεύθυνση της έντασης είναι ίδια με την κατεύθυνση της δύναμης που ασκείται σε θετικό σημειακό φορτίο αν αυτό τοποθετηθεί στο σημείο που επιλέγουμε και αντίρροπη της δύναμης αν το σημειακό φορτίο είναι αρνητικό.
- Η κατεύθυνση της έντασης είναι ανεξάρτητη από το πρόσημο του σημειακού φορτίου.
- Η ένταση αναφέρεται στο σημείο του πεδίου. Το μέτρο της έντασης είναι το σταθερό πηλίκο του μέτρου της δύναμης προς την απόλυτη τιμή του σημειακού φορτίου.

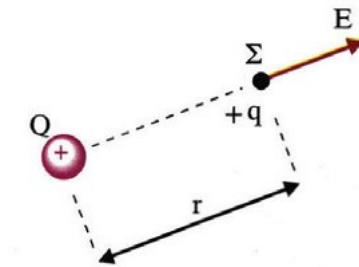
$$E = \frac{F}{|q|}$$

Μονάδα έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου στο S.I. είναι το 1N/C. Θα λέμε ότι σε ένα σημείο ενός ηλεκτρικού πεδίου η ένταση είναι 1N/C όταν η δύναμη που ασκείται σε φορτίο 1C είναι 1N.

Ηλεκτροστατικό πεδίο Coulomb

Ηλεκτροστατικό πεδίο Coulomb ονομάζουμε το πεδίο που δημιουργείται από ένα ακίνητο σημειακό φορτίο Q .

Ένταση ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb



Το πεδίο Coulomb δημιουργείται από ακίνητο σημειακό φορτίο Q (σχήμα). Το Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτροστατικό πεδίο και σε σημείο Σ που απέχει από το Q απόσταση r , φέρνουμε σημειακό φορτίο q . Ισχύει:

$$E = k \frac{|Q|}{r^2}$$

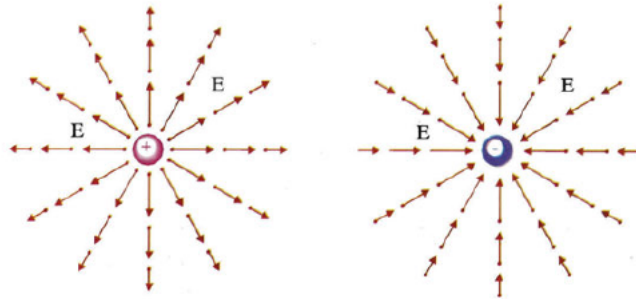
Δηλαδή για να βρούμε το μέτρο της έντασης του πεδίου Coulomb σ' ένα σημείο του αρκεί να γνωρίζουμε την τιμή του φορτίου (Q) της πηγής και την απόσταση (r) του σημείου απ' αυτή.

Στον πίνακα (I) καταγράφεται η ένταση ηλεκτρικών πεδίων σε ενδιαφέρουσες περιπτώσεις

Στην επιφάνεια ενός αστεριού Pulsar	10^{14}N/C
Στην τροχιά που στρέφεται το e^- στο άτομο H	10^{11}N/C
Κατά τη διάρκεια κεραυνού	10^4N/C
Κοντά σε πομπό RADAR	10^3N/C
Σε ραδιοφωνικό κύμα	10^{-1}N/C
Ηλεκτρική εγκατάσταση σπιτιού	10^{-2}N/C

Δυναμικές γραμμές

Για να έχουμε μια εικόνα του ηλεκτρικού πεδίου, χρησιμοποιούμε τις δυναμικές γραμμές.



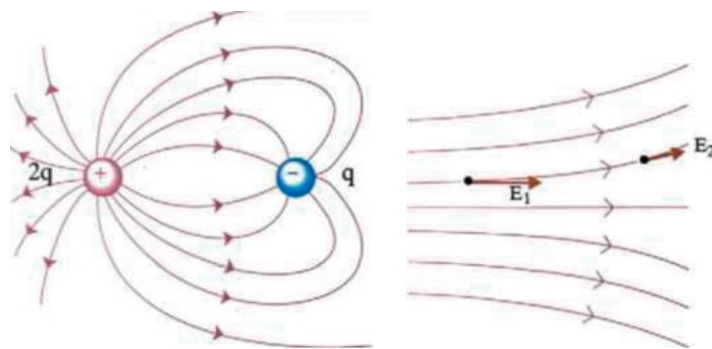
Εικόνα 1.2-16. Διανύσματα της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται γύρω από (α) θετικό σημειακό φορτίο, (β) αρνητικό σημειακό φορτίο.

Χαρακτηριστικά δυναμικών γραμμών:

- Η ένταση του πεδίου είναι εφαπτομένη σε κάθε σημείο μιας δυναμικής γραμμής.
- Η κατεύθυνση της έντασης είναι ίδια με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών.
- Η απόσταση μεταξύ των δυναμικών γραμμών δείχνει το μέγεθος της έντασης σε περιοχές του πεδίου.
- Κάθε ηλεκτρική δυναμική γραμμή έχει αρχή το θετικό φορτίο και τέλος το αρνητικό.
- Από κάθε σημείο του πεδίου περνάει μία μόνο δυναμική γραμμή.
- Οι δυναμικές γραμμές δεν τέμνονται.

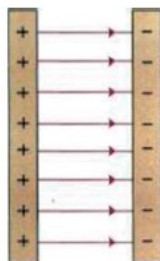
Διάφορες μορφές πεδίων

Πεδία που η έντασή τους μεταβάλλεται από σημείο σε σημείο ονομάζονται **ανομοιογενή**.



Ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο

“Ομογενές ηλεκτρικό πεδίο είναι εκείνο όπου κάθε σημείο του, η ένταση του είναι σταθερή κατά μέτρο και κατεύθυνση”.



Απεικόνιση ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου. Η έντασή του είναι σταθερή σε κάθε σημείο μεταξύ των πλακών.

Ομογενές ηλεκτρικό πεδίο δημιουργείται ανάμεσα σε δύο παράλληλες φορτισμένες πλάκες με ίσα φορτία, θετικά και αρνητικά, που βρίσκονται σε μικρή απόσταση σχετικά με τις διαστάσεις.

Δυναμικό

Δυναμικό σ' ένα σημείο ηλεκτροστατικού πεδίου

Το δυναμικό V_A στο σημείο A του ηλεκτροστατικού πεδίου ισούται με το πηλίκο, που έχει αριθμητή τη δυναμική ενέργεια (U_A), που έχει ένα φορτίο - υπόθεμα (q) στο αντίστοιχο σημείο και παρονομαστή την τιμή του φορτίου. Δηλαδή:

$$V_A = \frac{U_A}{q}$$

Αν το σημείο B βρίσκεται σε πολύ μεγάλη απόσταση από την πηγή (Q), τότε αν το φορτίο - υπόθεμα (q) βρεθεί στο B δε δέχεται καμία δύναμη, οπότε η δυναμική του ενέργεια (U_B) είναι ίση με μηδέν. Θεωρητικά η πολύ μεγάλη απόσταση είναι το άπειρο. Έχει μονάδα μέτρησης στο S.I.

το 1 Volt ($1\text{Volt} = \frac{1\text{Joule}}{1\text{C}}$) και συμβολίζεται με 1V

Για το πεδίο Coulomb το δυναμικό σε ένα σημείο A είναι:

$$V_A = k \frac{Q}{r}$$

Διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων ηλεκτροστατικού πεδίου

$$V_A - V_B = k \frac{Q}{r_A} - k \frac{Q}{r_B}$$

$$V_A - V_B = kQ \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

Ισοδυναμική επιφάνεια είναι η επιφάνεια που σε όλα τα σημεία της έχει το ίδιο δυναμικό.