

Ηλεκτρικό Πεδίο

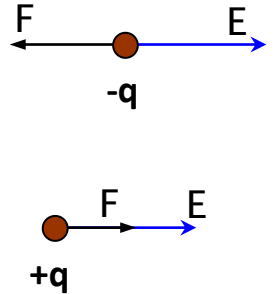
Είναι ο χώρος που προκαλείται από φορτία και μέσα στον οποίο ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις σε άλλα φορτία. Ασχολούμαστε με ηλεκτροστατικά πεδία δηλ πεδία που προκαλούνται από ακλόνητα φορτία (φορτία πηγές). Κινούμενα φορτία (δοκιμαστικά φορτία –υποθέματα) δεν δημιουργούν ηλεκτροστατικά πεδία. Το ηλεκτρικό πεδίο περιγράφεται από τα μεγέθη ένταση και δυναμικό.

1. Ένταση E

Ένταση E σε κάποιο σημείο του πεδίου ονομάζεται το πηλίκο της ηλεκτρικής δύναμης που δέχεται ένα υπόθεμα q που βρίσκεται στο σημείο αυτό του πεδίου, προς το υπόθεμα q.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \text{ (ορισμός)}$$

- Κάθε σημείο του πεδίου έχει μια μοναδική ένταση.
- Διανυσματικό μέγεθος. Μονάδα μέτρησης το 1N/C ή 1V/m στο S.I.
- Αν το υπόθεμα είναι θετικό η ένταση είναι ομόρροπη της ηλεκτρικής δύναμης ενώ αν είναι αρνητικό το υπόθεμα η ένταση είναι αντίρροπη της ηλεκτρικής δύναμης.
- Είναι ανεξάρτητη του υποθέματος q και της ηλεκτρικής δύναμης F που δέχεται αυτό.



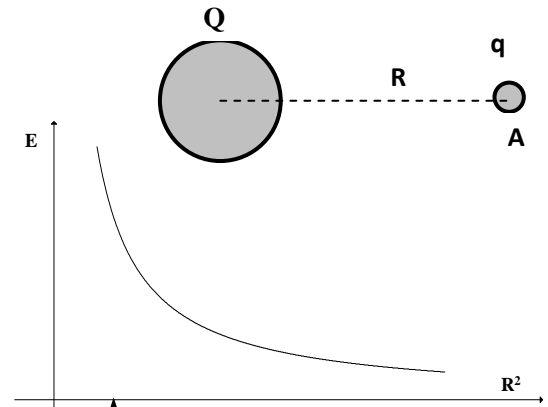
2. Πεδίο COULOMB

Ηλεκτροστατικό πεδίο που δημιουργείται από ένα ακλόνητο φορτίο πηγή. Για το μέτρο της έντασης ισχύει:

$$E = \frac{F}{|q|} \Rightarrow E = \frac{K_c \frac{|Q \cdot q|}{R^2}}{|q|} \Rightarrow E = K_c \frac{|Q|}{R^2}$$

όπου:

- Q : η πηγή του πεδίου, R : η απόσταση πηγής - σημείου
- Η ένταση είναι ανάλογη του φορτίου Q και αντίστροφα ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης.
- Όλα τα σημεία που ισαπέχουν από το φορτίο –πηγή έχουν το ίδιο μέτρο έντασης.

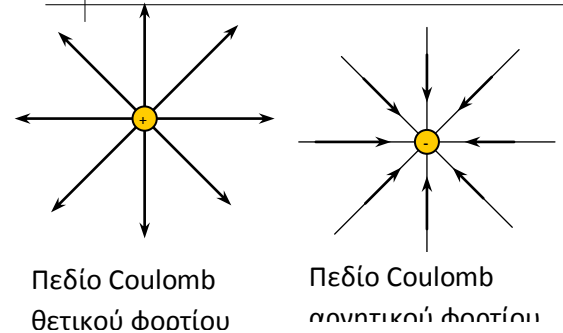
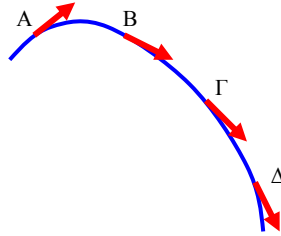


3. Δυναμικές γραμμές πεδίου

Είναι οι νοητές γραμμές που σε κάθε σημείο τους το διάνυσμα της έντασης E του πεδίου είναι εφαπτόμενο.

Ιδιότητες:

- ⇒ Ξεκινάνε από θετικά και καταλήγουν σε αρνητικά φορτία.
- ⇒ Είναι ανοιχτές γραμμές (έχουν αρχή και τέλος)
- ⇒ Δεν τέμνονται ούτε εφάπτονται.
- ⇒ Η πυκνότητά τους είναι ανάλογη με το μέτρο της έντασης E του πεδίου.

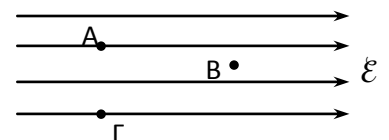


4. Ομογενές πεδίο

Είναι το ηλεκτρικό πεδίο όπου το διάνυσμα της έντασης είναι παντού σταθερό.

Οι δυναμικές γραμμές του ομογενούς πεδίου είναι παράλληλες και ισαπέχουσες.

Ομογενές πεδίο έχουμε στο εσωτερικό του πυκνωτή.



5. Ηλεκτρική δυναμική ενέργεια U

Υπάρχει μια κατηγορία δυνάμεων που ονομάζονται συντηρητικές δυνάμεις. Σε αυτές τις δυνάμεις ανήκουν το βάρος, η ηλεκτρική δύναμη και η δύναμη ελαστικής παραμόρφωσης (πχ δύναμη ελατηρίου). Το χαρακτηριστικό των συντηρητικών δυνάμεων είναι ότι το έργο που παράγουν είναι ανεξάρτητο της διαδρομής που ακολουθεί το σώμα και εξαρτάται μόνο από την αρχική και τελική θέση του σώματος.

Επίσης όταν ένα σώμα δέχεται κάποια συντηρητική δύναμη έχει και το αντίστοιχο είδος δυναμικής ενέργειας (U). Δηλαδή όταν δέχεται το βάρος έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια, όταν δέχεται ηλεκτρική δύναμη έχει ηλεκτρική δυναμική ενέργεια κτλ.

Αποδεικνύεται ότι για το έργο μιας συντηρητικής δύναμης κατά την μετακίνηση του σώματος από την θέση A στην θέση B ισχύει:

$$W_{A \rightarrow B} = U_A - U_B$$

Η ηλεκτρική δύναμη που ασκείται σε φορτίο q του προσδίδει ηλεκτρική δυναμική ενέργεια . Τυπικά η ενέργεια αυτή δεν ανήκει στο φορτίο, αλλά ανήκει εξ'αδιαιρέτου στο σύστημα φορτίο – πεδίο . Για πρακτικούς όμως λόγους συνήθως την αποδίδουμε όλη στο φορτίο q .

Σε άπειρη απόσταση από το πεδίο η ηλεκτρική δύναμη που δέχεται ένα φορτίο q είναι μηδέν άρα και η δυναμική ενέργεια που θα έχει το φορτίο αυτό είναι μηδέν.

Οπότε:

$$W_{F_{ηλ.Α \rightarrow \infty}} = U_A - U_{\infty} \xrightarrow{U_{\infty}=0} \boxed{U_A = W_{F_{ηλ.Α \rightarrow \infty}}}$$

Δηλ ορίζουμε ως ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του φορτίου q στο σημείο A , το έργο της ηλεκτρικής δύναμης για την μετακίνηση του φορτίου από το A στο άπειρο.

Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια μπορεί να είναι θετική ή αρνητική. Η φυσική σημασία των πρόσημων αποδίδεται παρακάτω.

Θετική ηλεκτρική δυναμική ενέργεια:

α) Θετικό το έργο της ηλεκτρικής δύναμης η οποία απωθεί το φορτίο προς το άπειρο.

β) Το φορτίο με την επίδραση της ηλεκτρικής δύναμης μετακινείται ``αυθόρμητα`` προς το άπειρο οπότε δεν απαιτείται σπατάλη ενέργειας από εξωτερικό παράγοντα για την μετακίνηση αυτή.

Αρνητική ηλεκτρική δυναμική ενέργεια:

α) Αρνητικό το έργο της ηλεκτρικής δύναμης η οποία έλκει το φορτίο προς το πεδίο.

β) Το φορτίο αφού η ηλεκτρική δύναμη το έλκει προς το πεδίο χρειάζεται την επίδραση εξωτερικού παράγοντα για να ταυτόχρονη σπατάλη ενέργειας από μέρος του για να μετακινηθεί στο άπειρο.

6. Δυναμική ενέργεια συστήματος φορτίων

Η δυναμική ενέργεια ενός συστήματος δύο φορτίων q_1 και q_2 δίνεται από την σχέση : $U = K_c \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$

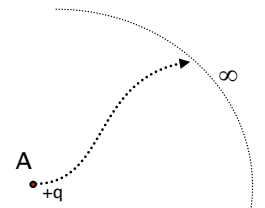
όπου r η μεταξύ τους απόσταση. Τα φορτία τα αντικαθιστούμε με το πρόσημο τους.

Αν έχουμε περισσότερα από δύο φορτία τότε για να βρούμε την δυναμική ενέργεια του συστήματος τους προσθέτουμε τις δυναμικές ενέργειες για όλα τα ζευγάρια που δημιουργούνται. Πχ αν έχουμε 4 φορτία τότε δημιουργούνται 6 ζεύγη και έχουμε:

$$U = K_c \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_{1,2}} + K_c \cdot \frac{q_1 \cdot q_3}{r_{1,3}} + K_c \cdot \frac{q_1 \cdot q_4}{r_{1,4}} + K_c \cdot \frac{q_2 \cdot q_3}{r_{2,3}} + K_c \cdot \frac{q_2 \cdot q_4}{r_{2,4}} + K_c \cdot \frac{q_3 \cdot q_4}{r_{3,4}}$$

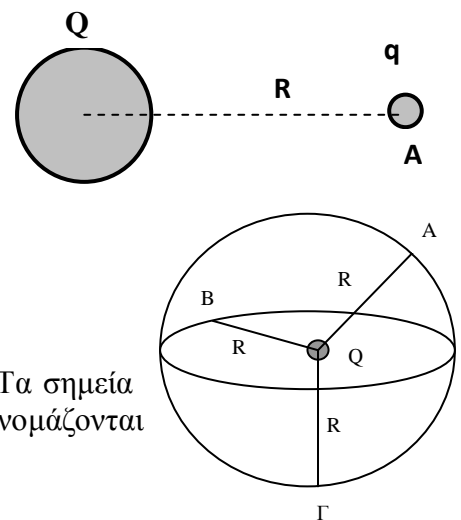
7. Δυναμικό V

Δυναμικό V σε κάποιο σημείο A ενός πεδίου, ορίζεται ως το ημίκο του έργου W της δύναμης του πεδίου για την μετακίνηση ενός υποθέματος q από το θεωρούμενο σημείο A ως το άπειρο, δια του υποθέματος q ή ως το ημίκο της δυναμικής ενέργειας U_A του φορτίου q στο σημείο A, δια του φορτίου q.



$$V_A = \frac{W_{A \rightarrow \infty}}{q} \quad \text{ή} \quad V_A = \frac{U_A}{q} \quad (\text{Ορισμός})$$

Μονόμετρο φυσικό μέγεθος με μονάδα μέτρησης στο S.I το 1 Volt.



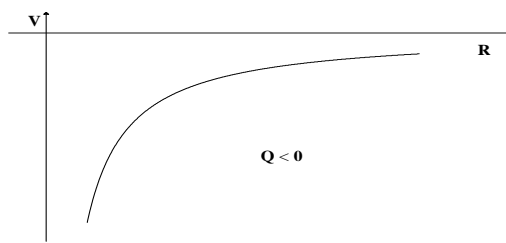
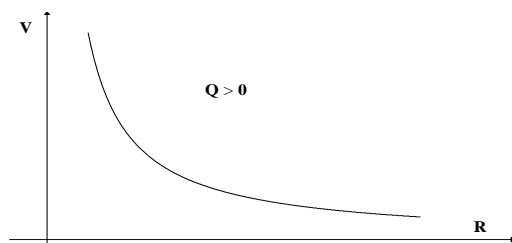
Σε πεδίο Coulomb ισχύει: $V_A = \frac{U_A}{q} \Rightarrow V_A = \frac{K_c \cdot \frac{Q \cdot q}{R}}{q} \Rightarrow V_A = K_c \cdot \frac{Q}{R}$

(το φορτίο πηγή Q με το πρόσημό του).

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι:

A) Όλα τα σημεία που ισαπέχουν από το φορτίο πηγή έχουν ίσα δυναμικά. Τα σημεία αυτά βρίσκονται πάνω σε σφαιρικές επιφάνειες ακτίνας R οι οποίες ονομάζονται ισοδυναμικές επιφάνειες .

B) Το πρόσημο του δυναμικού ταυτίζεται με το πρόσημο του φορτίου-πηγή Q.



Αν το φορτίο –πηγή είναι θετικό το δυναμικό μειώνεται όσο μεγαλώνει η απόσταση R από αυτό.

Αν το φορτίο –πηγή είναι αρνητικό το δυναμικό μειώνεται όσο μικραίνει η απόσταση R από αυτό.

8. Διαφορά δυναμικού V_{AB}

Εκφράζει το πηλίκο του έργου της δύναμης του πεδίου για την μεταφορά ενός φορτίου q από ένα σημείο **A** σε ένα σημείο **B** προς το μετακινούμενο φορτίο q .

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q} \quad (\text{Ορισμός})$$

Επίσης αφού ισχύει η σχέση $W_{A \rightarrow B} = U_A - U_B$ προκύπτει: $V_{AB} = \frac{U_A - U_B}{+q}$

Σε πεδίο Coulomb ισχύει: $V_{AB} = V_A - V_B = K_c \cdot \frac{Q}{R_A} - K_c \cdot \frac{Q}{R_B} \Rightarrow$

$$V_{AB} = K_c \cdot Q \cdot \left(\frac{1}{R_A} - \frac{1}{R_B} \right)$$

