

Ηλεκτρισμός

Φορτίο q ή Q (Electric Charge)

Θεμελιώδης ιδιότητα της ύλης (άνευ ορισμού). Υπάρχει σε δύο ποσότητες:

Θετικό (+) αυτό που εμφανίζεται στο γυαλί όταν το τρίψουμε με μεταξωτό ύφασμα

Αρνητικό (-) αυτό που εμφανίζεται στον εβονίτη όταν τον τρίψουμε με μάλλινο ύφασμα

Ιδιότητες φορτίου:

- Τα ομώνυμα απωθούνται, τα ετερόνυμα έλκονται.
- Είναι κβαντισμένο μέγεθος, δηλαδή υπάρχει σε πακέτα (κβάντα) στοιχειώδους φορτίου $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Κάθε φορτίο στη φύση είναι ακέραιο πολλαπλάσιο της στοιχειώδους ποσότητας e . Άρα $Q = Ne$ όπου $N \in \mathbb{Z}$
- Ισχύει η Αρχή Διατήρησης Φορτίου: Το συνολικό φορτίο ενός απομονωμένου συστήματος παραμένει πάντα σταθερό. Το φορτίο δεν δημιουργείται και δεν καταστρέφεται ποτέ.

Μονάδα μέτρησης φορτίου:

Coulomb C (= Ampere·sec)

Νόμος Coulomb

Η δύναμη μεταξύ των σημειακών φορτίων (ή φορτισμένων σφαιρών) q_1 και q_2 είναι:

$$F = K_{\eta\lambda} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$K_{\eta\lambda}$: η ηλεκτρική σταθερά $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

r : η απόσταση των δύο σημειακών φορτίων ή η διάκεντρος των σφαιρών

$$K_{\eta\lambda} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon}$$

ϵ_0 : διηλεκτρική σταθερά του κενού (permittivity of free space)

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$$

ϵ : διηλεκτρική σταθερά του υλικού (αν υπάρχει τέτοιο ανάμεσα στα δύο φορτία)

Ηλεκτρικό Πεδίο (Electric Field)

Είναι ο χώρος μέσα στον οποίο ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις. Περιγράφεται από τα μεγέθη ένταση και δυναμικό.

Ένταση E (Electric Intensity)

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

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

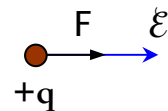
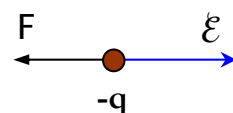
Μονάδα N/C ή V/m. Ισχύει ακόμα

$$E = K_{\eta\lambda} \frac{Q}{r^2}$$

όπου:

Q : η πηγή του πεδίου

r : η απόσταση πηγής - σημείου



Το διάνυσμα της έντασης E έχει ίδια φορά με την δύναμη που δέχεται το θετικό φορτίο

Δυναμικό V (Potential)

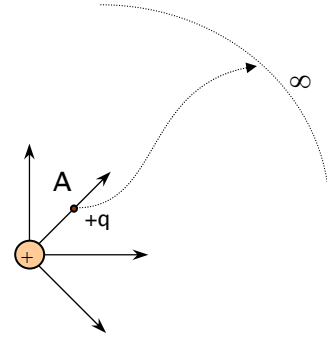
Δυναμικό V σε κάποιο σημείο A ενός πεδίου, ορίζεται ως το έργο της δύναμης του πεδίου για την μετακίνηση ενός υποθέματος q από το θεωρούμενο σημείο A ως το άπειρο, δια του υποθέματος q .

$$V = \frac{W_{A \rightarrow \infty}}{+q} \text{ (Ορισμός)}$$

$$V = \frac{U_A}{+q}$$

$$V_A = K_{\eta\lambda} \frac{Q}{r_A} \text{ (το φορτίο πηγή } Q \text{ με το πρόσημό του)}$$

U_A : η δυναμική ενέργεια του υποθέματος στη θέση A



Το έργο $W_{A \rightarrow \infty}$ είναι ανεξάρτητο της διαδρομής

Διαφορά δυναμικού

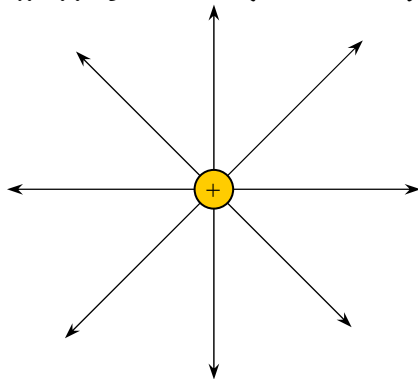
$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{W_{A \rightarrow B}}{+q} \text{ (Ορισμός)}$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{\Delta U_{AB}}{+q}$$

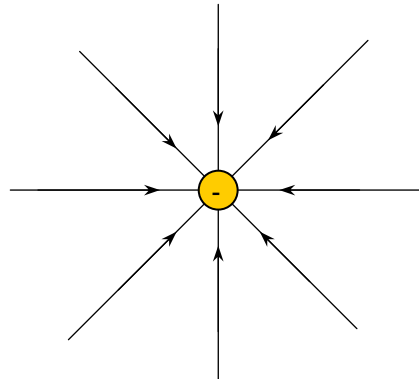
$$V_{AB} = K_{\eta\lambda} Q \left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$$

(Βάζουμε και τα πρόσημα των φορτίων)

Δυναμικές γραμμές πεδίου (Field Lines)



Δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου που παράγεται από ακίνητο θετικό φορτίο $+q$



Δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου που παράγεται από ακίνητο αρνητικό φορτίο $-q$

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

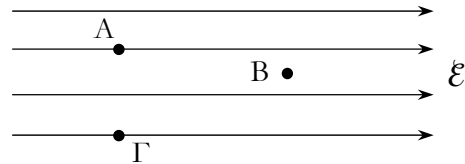
Ιδιότητες:

- ⇒ 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.

Ομογενές πεδίο

Αυτό που το διάνυσμα της έντασης είναι παντού το ίδιο. Οι γραμμές του ομογενούς πεδίου είναι παράλληλες και ισαπέχουσες.

Ομογενές πεδίο έχουμε στο εσωτερικό του πυκνωτή.

**Πυκνωτής (Capacitor)**

Διάταξη μεταλλικών πλακών που αποθηκεύει φορτία. Σύμβολο στο κύκλωμα:

**Χωρητικότητα C (Capacitance)**

Είναι το σταθερό πηλίκο $C = \frac{Q}{V}$

Μονάδα Farad, $F = \frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}} = \frac{C}{V}$

Για επίπεδο πυκνωτή ισχύει:

$$C = \epsilon_0 \epsilon \frac{S}{\ell}$$

όπου:

ϵ_0 : η διηλεκτρική σταθερά του κενού

ϵ : η διηλεκτρική σταθερά του υλικού

S : το εμβαδό των πλακών

ℓ : η απόσταση μεταξύ των οπλισμών

Ενέργεια Πυκνωτή

$$U = \frac{1}{2} QV \quad \text{ή} \quad U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad \text{ή} \quad U = \frac{1}{2} CV^2$$

Διηλεκτρική Σταθερά ϵ (permittivity)

Αν βάλουμε κάποιο διηλεκτρικό υλικό (μονωτή) στο εσωτερικό πυκνωτή με χωρητικότητα C_0 η χωρητικότητα γίνεται $C > C_0$ και ορίζουμε ως διηλεκτρική σταθερά του υλικού το πηλίκο $\epsilon = C_0/C$. Είναι καθαρός αριθμός (χωρίς μονάδες).

Ηλεκτρικό Ρεύμα (Direct Current)

Προσανατολισμένη κίνηση φορτίων

Συμβατική φορά

Είναι η υποθετική φορά κίνησης των θετικών φορτίων, δηλαδή η αντίθετη της κίνησης των ηλεκτρονίων στα μέταλλα.

Ένταση Ηλεκτρικού Ρεύματος (Electric Current)

Είναι: $I = \Delta q / \Delta t$ ή πιο απλά $i = q/t$

Μονάδα Ampere, A (θεμελιώδης)

Ηλεκτρική Πηγή (Electric Cell)

Διάταξη που θέτει σε κίνηση τα φορτία στους αγωγούς, με δαπάνη κάποιας μορφής ενέργειας.

Ηλεκτρεγερτική Δύναμη Πηγής (ΗΕΔ) E

(Electromotive Force)

$$E = \frac{P}{I} \quad \text{ή} \quad E = \frac{\Delta W}{\Delta q}$$

Εκφράζει την ενέργεια (ΔE ή ΔW) που δίνει η πηγή στο κύκλωμα ανά μονάδα φορτίου. Μονάδα Volt, $V = J/C$

Αντίσταση Αγωγού (Resistance)

Εκφράζει την δυσκολία που βρίσκει το ρεύμα στο να περάσει από ένα αγωγό και ορίζεται ως:

$$R = \frac{V}{I}$$

Μονάδα Ohm, $\Omega = \text{Volt/Ampere}$

Για πρισματικό μεταλλικό αγωγό μήκους ℓ και εμβαδού διατομής S με ειδική αντίσταση ρ (που εξαρτάται από το είδος του υλικού και την θερμοκρασία) ισχύει:

$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

Εξάρτηση της ειδικής αντίστασης ρ από την θερμοκρασία

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha\theta)$$

όπου:

ρ : ειδική αντίσταση σε θερμοκρασία θ

ρ_0 : ειδική αντίσταση σε θερμοκρασία $0^\circ K$

α : θερμικός συντελεστής αντίστασης

οπότε ισχύει:

$$R = R_0(1 + \alpha\theta)$$

Νόμος του Ωμ, Ohm

Το ρεύμα i που περνάει από ένα ωμικό στοιχείο είναι ανάλογο της τάσης V στα άκρα του και αντιστρόφως ανάλογο της αντίστασής του R , ή

$$I = \frac{V}{R}$$

Προσοχή: Ο νόμος ισχύει για τα ωμικά στοιχεία που είναι κυρίως οι μεταλλικοί αγωγοί σταθερής θερμοκρασίας.

Νόμος του Joule

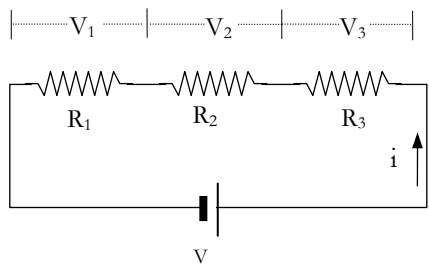
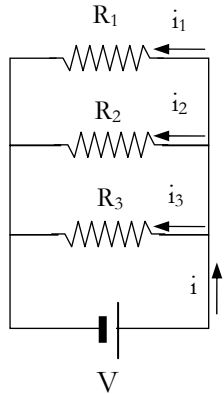
Η θερμότητα που παράγεται σε αντιστάτη R που διαρρέεται από ρεύμα i σε χρόνο t είναι:

$$Q = i^2 R t$$

Ενέργεια και Ισχύς Ρεύματος

Ενέργεια Ηλεκτρικού Ρεύματος	Ισχύς Ηλεκτρικού Ρεύματος
$E = iVt$ $E = i^2Rt$ $E = \frac{V^2}{R} t$	$P = iV$ $P = i^2R$ $P = \frac{V^2}{R}$

Συνδεσμολογίες Αντιστάσεων

Σύνδεση σε σειρά	Παράλληλη σύνδεση
 Εξ' ορισμού: Ίδιο ρεύμα i διαρρέει τις αντιστάσεις $i_1 = i_2 = i_3$ $V_1 + V_2 + V_3 = V$ $R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3$	 Τότε εξ' ορισμού έχουμε ίδια τάση $V_1 = V_2 = V_3 = V$ $i_1 + i_2 + i_3 = i$ $\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

A' Κανόνας Kirchhoff

Το αλγεβρικό άθροισμα των ρευμάτων που εισέρχονται (+) και εξέρχονται (-) για ένα κόμβο είναι ίσο με μηδέν. $\Sigma i = 0$

(Είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης φορτίου)

B' Κανόνας Kirchhoff

Το αλγεβρικό άθροισμα των διαφορών δυναμικού κατά μήκος ενός βρόχου είναι μηδέν.

$$\Sigma V = 0$$

(Συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας)

Νόμος του Ohm στο κλειστό κύκλωμα

Σε κλειστό κύκλωμα με πηγή, που έχει ΗΕΔ E και εσωτερική αντίσταση r , και εξωτερική αντίσταση R ισχύει:

$$i = \frac{E}{R + r} \quad \text{ή} \quad E = i(R + r)$$

Ενέργειες στο κλειστό κύκλωμα

$$P_{\text{πηγής}} = Ei$$

Η ισχύς που παρέχει η πηγή σε ολόκληρο το κύκλωμα

$$P_{\text{εξ}} = V_{\pi} i$$

Η ισχύς που παρέχει η πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα ($= i^2 R$)

$$P_{\text{εσ}} = i^2 r$$

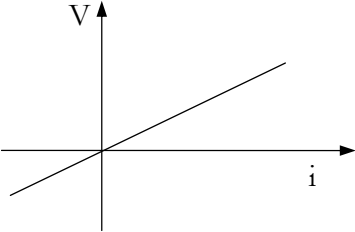
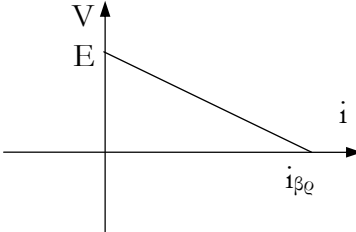
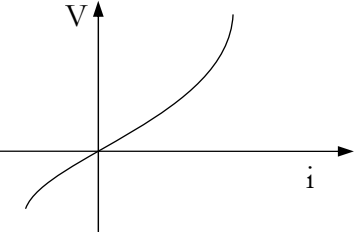
Η ισχύς που παρέχει η πηγή στο εσωτερικό κύκλωμα

Πολική Τάση

Είναι η τάση στους πόλους της πηγής. Ισούται με την $HE\Delta$ E μόνο όταν η πηγή δεν διαρρέεται από ρεύμα ή όταν δεν έχει εσωτερική αντίσταση r

$$V_{\pi} = E - iR$$

Χαρακτηριστικές καμπύλες στοιχείων

Ωμικός Αγωγός (Αντιστάτης)	Πηγή	Μη Ωμικός Αγωγός
		
Χαρακτηριστική καμπύλη αντιστάτη (ακολουθεί τον νόμο του Ωμ)	Χαρακτηριστική καμπύλη πηγής. Η τιμή E στον άξονα V είναι η $HE\Delta$ της πηγής και η τιμή $i_{\beta\epsilon}$ είναι το ρεύμα βραχυκύκλωσης	Χαρακτηριστική καμπύλη μη ωμικού αντιστάτη. Το ρεύμα δεν ακολουθεί τον νόμο του Ωμ.

Ρεύμα βραχυκύκλωσης

$$i_{\beta\epsilon} = E/r$$

Αμπερόμετρο

όργανο που μετράει την ένταση του ρεύματος σε ένα κύκλωμα. Μπαίνει πάντα σε σειρά στο κύκλωμα.

Βολτόμετρο

όργανο που μετράει την διαφορά δυναμικού (τάση) δύο σημείων ενός κυκλώματος. Μπαίνει πάντα παράλληλα στο κύκλωμα.