

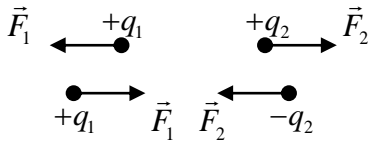
ΦΥΣΙΚΗ Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

ΓΕΛ-ΕΠΑΛ-ΕΣΠΕΡΙΝΟ ΕΠΑΛ

ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΚΑΙ ΥΛΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΦΥΣΙΚΗΣ ΓΕΝΙΚΗΣ
ΠΑΙΔΕΙΑΣ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΕΠΑΛ-ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΕΠΑΛ

Θεωρία 1^{ου} κεφαλαίου

• Νόμος Coulomb



$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \text{ (δράση - αντίδραση)}$$

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

Η δύναμη F είναι:

- α) ανάλογη με το γινόμενο των φορτίων
- β) αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης

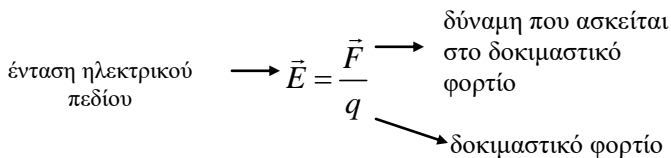
όπου k= ηλεκτρική σταθερά. Εξαρτάται από το σύστημα μονάδων και το υλικό στο οποίο βρίσκονται τα φορτία.

• Ηλεκτρικό πεδίο

Ο χώρος μέσα στον οποίο ασκούνται ηλεκτροστατικές δυνάμεις σε ηλεκτρικά φορτία

• Ένταση ηλεκτρικού πεδίου

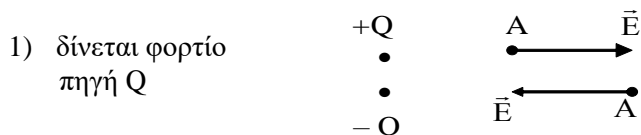
Ορίζεται από το σταθερό πηλίκο:



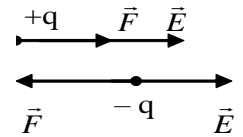
Μονάδα στο S.I. είναι το 1N/C.

Η ένταση δείχνει πόσο ισχυρό ή ασθενές είναι το ηλεκτρικό πεδίο γιατί εκφράζει δύναμη ανά μονάδα φορτίου. π.χ. $E = 8 \text{ N/C}$ σημαίνει ότι σε φορτίο $q = 1\text{C}$ θα ασκηθεί δύναμη $F = 8\text{N}$.

Παρατήρηση για το σχεδιασμό της έντασης



2) δίνεται δοκιμαστικό φορτίο q

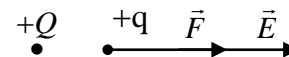


• Πεδίο Coulomb

Το ηλεκτροστατικό πεδίο που δημιουργείται γύρω από ακίνητο σημειακό φορτίο - πηγή Q

• Ένταση πεδίου Coulomb

Το δοκιμαστικό φορτίο q δέχεται δύναμη $F = k \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}$



από τον ορισμό της έντασης έχω $E = \frac{F}{|q|} = \frac{k \frac{|Q \cdot q|}{r^2}}{|q|}$

άρα

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

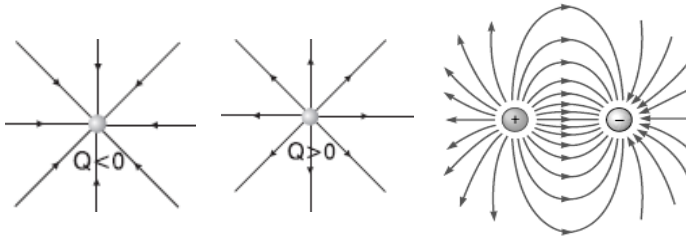
Παρατηρήσεις. Η ένταση:

- 1) σε ένα σημείο δεν εξαρτάται από το δοκιμαστικό φορτίο q και από τη δύναμη F που ασκείται σ' αυτό
- 2) α) είναι ανάλογη με το φορτίο πηγή Q
β) είναι αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της απόστασης του σημείου από το φορτίο πηγή

• Δυναμικές γραμμές

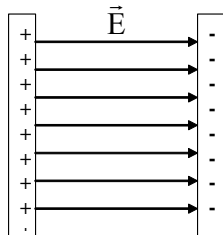
Το διάνυσμα της έντασης είναι εφαπτόμενο σ' αυτές

- 1) είναι ανοιχτές (απομακρύνονται από τα θετικά φορτία και καταλήγουν στα αρνητικά)
- 2) δεν τέμνονται
- 3) η ένταση του πεδίου έχει μεγαλύτερο μέτρο στις περιοχές που είναι πιο πυκνές



• Ομογενές ηλεκτρικό πεδίο

Έχω $\vec{E} = \text{σταθερό}$. Οι δυναμικές γραμμές παράλληλες, ισαπέχουσες και έχουν την ίδια φορά.



• Δυναμική ενέργεια

Για φορτίο πηγή Q και δοκιμαστικό φορτίο q η δυναμική ενέργεια δίνεται από τη σχέση

$$U = k \frac{Q \cdot q}{r}$$

Παρατηρήσεις

- 1) τα φορτία αντικαθίστανται με τα πρόσημά τους
- 2) για ομόσημα φορτία προκύπτει $U > 0$ οπότε έχουμε αυθόρμητη μετακίνηση του q στο άπειρο (δέχεται απωστική δύναμη). Αντίστοιχα για ετερόσημα φορτία έχω $U < 0$ οπότε πρέπει να προσφερθεί ενέργεια για τη μετακίνηση του q στο άπειρο (δέχεται ελκτική δύναμη)

• Δυναμικό ηλεκτρικού πεδίου

Ορίζεται από το πηλίκο

$$\text{Δυναμικό} \longrightarrow V = \frac{U}{q}$$

\nearrow Δυναμική ενέργεια δοκιμαστικού φορτίου
 \searrow δοκιμαστικό φορτίο

Μονάδα στο S.I. είναι το $1V = \frac{1J}{C}$

Π.χ. $V=10V$ σημαίνει ότι δοκιμαστικό φορτίο $+1C$ θα αποκτήσει δυναμική ενέργεια $+10J$, ενώ δοκιμαστικό φορτίο $-1C$ θα αποκτήσει δυναμική ενέργεια $-10J$

• Δυναμικό πεδίου Coulomb

Το δοκιμαστικό φορτίο q έχει δυναμική ενέργεια

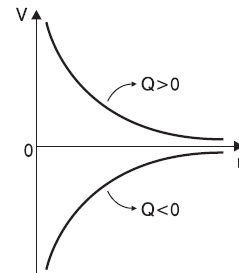
$$U = k \frac{Q \cdot q}{r}$$

Από τον ορισμό του δυναμικού έχω

$$V = \frac{U}{q} = \frac{kQ \cdot q}{q \cdot r} \text{ άρα } \boxed{V = \frac{kQ}{r}}$$

Παρατηρήσεις. Το δυναμικό:

- 1) σε ένα σημείο δεν εξαρτάται από το δοκιμαστικό φορτίο q και τη δυναμική του ενέργεια U
- 2) εξαρτάται από το φορτίο πηγή Q και από την απόσταση r του σημείου από την πηγή



• Διαφορά δυναμικού

$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{U_A}{q} - \frac{U_B}{q} = \frac{W_{A \rightarrow B}}{q}$$

εκφράζει έργο δύναμης πεδίου ανά μονάδα ηλεκτρικού φορτίου

• Διαφορά δυναμικού πεδίου Coulomb

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

• Πυκνωτής

Αποθήκη ηλεκτρικού φορτίου και επομένως ηλεκτρικής ενέργειας

• Χωρητικότητα πυκνωτή

Ορίζεται από το σταθερό πηλίκο

$$\text{χωρητικότητα} \longrightarrow C = \frac{Q}{V}$$

\nearrow φορτίο πυκνωτή
 \searrow τάση μεταξύ οπλισμών

μονάδα στο S.I. είναι το $1F = \frac{1C}{V}$

• Χωρητικότητα επιπέδου πυκνωτή

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{\ell} \text{ χωρίς διηλεκτρικό}$$

$$C = \epsilon \cdot C_0 = \epsilon \cdot \epsilon_0 \frac{S}{\ell} \text{ με διηλεκτρικό}$$

όπου C_0 : χωρητικότητα με κενό ή αέρα

C : χωρητικότητα με διηλεκτρικό

S : εμβαδό οπλισμού

ℓ : απόσταση μεταξύ οπλισμών

ϵ_0 : διηλεκτρική σταθερά του κενού

ϵ : διηλεκτρική σταθερά του μονωτικού υλικού
(καθαρός αριθμός)

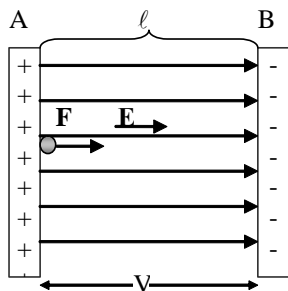
• Ενέργεια φορτισμένου πυκνωτή

Η ενέργεια που απόκτησε κατά τη διάρκεια της φόρτισής του

$$U = \frac{1}{2} Q \cdot V \begin{cases} \xrightarrow{Q=C \cdot V} U = \frac{1}{2} C \cdot V^2 \\ \xrightarrow{V=Q/C} U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \end{cases}$$

• Σχέσης έντασης και διαφοράς δυναμικού σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο

Δοκιμαστικό φορτίο q αφήνεται σε σημείο Α του θετικού



Το φορτίο q δέχεται δύναμη $F = E \cdot q$. Το έργο που παράγεται κατά τη μετακίνηση από το Α στο Β είναι

$$W_{AB} = F \cdot \ell = q \cdot E \cdot \ell \quad (1)$$

$$\text{Ισχύει } W_{AB} = q \cdot V_{AB} = q \cdot V \quad (2)$$

Από (1), (2) $\Rightarrow q \cdot E \cdot \ell = q \cdot V$ άρα $E = \frac{V}{\ell}$

Θεωρία 2^{ου} κεφαλαίου

• Ηλεκτρικές πηγές

Συσκευές οι οποίες μετατρέπουν μια μορφή ενέργειας σε ηλεκτρική. Μεταξύ των άκρων τους δημιουργείται διαφορά δυναμικού παρέχοντας ενέργεια στο ηλεκτρικό κύκλωμα που θα συνδεθούν.

• Πόλοι: Τα άκρα της πηγής

Θετικός πόλος: το άκρο με το υψηλότερο δυναμικό
Αρνητικός πόλος: το άκρο με το χαμηλότερο δυναμικό



πηγή συνεχούς τάσης. Οι πόλοι είναι καθορισμένοι



πηγή εναλλασσόμενης τάσης
 Οι πόλοι εναλλάσσονται

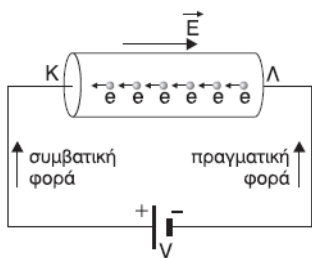
• Ηλεκτρικό ρεύμα

Η προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων. Στους **αγωγούς:** η προσανατολισμένη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

• Φορά ηλεκτρικού ρεύματος στους αγωγούς

Πραγματική: η φορά κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων

Συμβατική: η αντίθετη φορά από αυτή των ελεύθερων ηλεκτρονίων



• Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος

Ορίζεται από το πηλίκο:

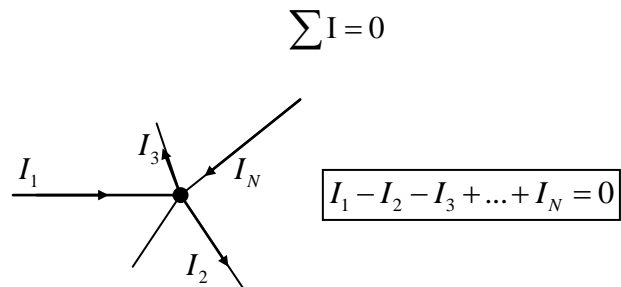
Ένταση ηλ. ρεύματος $\rightarrow I = \frac{q}{t}$ \rightarrow Φορτίο που περνά από μια διατομή ενός αγωγού σε χρόνο t
 χρόνος t

Μονάδα στο S.I. είναι το $1A = \frac{1C}{s}$

Εκφράζει το ρυθμό διέλευσης του ηλεκτρικού φορτίου από μια διατομή ενός αγωγού. Π.χ. ρεύμα 2A σημαίνει ότι σε χρόνο 1sec θα περάσει συνολικό φορτίο 2C από μια διατομή του αγωγού

• 1^{ος} κανόνας Kirchhoff

Το αλγεβρικό άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων σε ένα κόμβο είναι μηδέν.

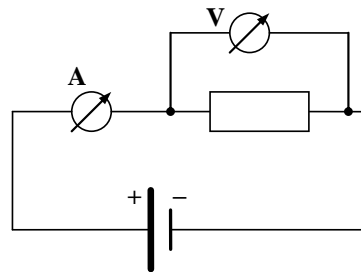


Παρατήρηση Ο 1^{ος} κανόνας του Kirchhoff είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου

• Αμπερόμετρα (A) – Βολτόμετρα (V)

Αμπερόμετρα, είναι όργανα που μετρούν την ένταση του ρεύματος. Συνδέονται σε σειρά και έχουν εσωτερική αντίσταση μηδέν.

Βολτόμετρα, είναι όργανα που μετρούν τη διαφορά δυναμικού (τάση) μεταξύ δύο σημείων ενός κυκλώματος. Συνδέονται παράλληλα και έχουν άπειρη εσωτερική αντίσταση.



• Αντίσταση R αγωγού

Ορίζεται από το πηλίκο:

Αντίσταση αγωγού $\rightarrow R = \frac{V}{I}$ \rightarrow Τάση που εφαρμόζεται στα άκρα του αγωγού
 \rightarrow Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό

Μονάδα στο S.I. είναι το $1\Omega = \frac{1V}{A}$

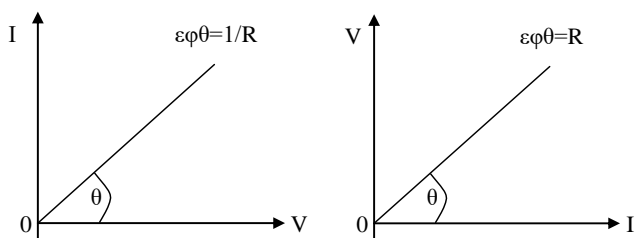
Παρατήρηση

Η αντίσταση ενός αγωγού εκφράζει την δυσκολία που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα όταν διέρχεται μέσα από αυτόν. Οφείλεται στις συγκρούσεις των ελεύθερων ηλεκτρονίων με τα θετικά ιόντα του αγωγού.

• Νόμος του Ohm

Η ένταση που διαρρέει αγωγό **σταθερής** θερμοκρασίας είναι ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του.

$$I = \frac{V}{R} \text{ με } R = \text{σταθερό}$$



Παρατηρήσεις

- 1) Δεν ισχύει για όλους τους αγωγούς όπως λυχνίες κενού, τρανζίστορ και ηλεκτροκινητήρες.
- 2) Η σχέση $R = \frac{V}{I}$ ισχύει κάθε στιγμή για όλους τους τύπους αγωγών γιατί είναι η σχέση ορισμού της αντίστασης.

• Παράγοντες εξάρτησης αντίστασης R μεταλλικού αγωγού

- Η αντίσταση κυλινδρικού αγωγού είναι:
- α) ανάλογη του μήκους ℓ του αγωγού
 - β) αντιστρόφως ανάλογη της επιφάνειας της διατομής S του αγωγού
 - γ) εξαρτάται από το υλικό και τη θερμοκρασία του αγωγού

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

ρ : ειδική αντίσταση αγωγού, ($\Omega \cdot m$). Η τιμή της εξαρτάται από το υλικό του αγωγού και τη θερμοκρασία

• Ειδική αντίσταση ρ

Η σχέση που συνδέει την ειδική αντίσταση με την θερμοκρασία είναι:

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

όπου

- ρ_θ : η ειδική αντίσταση στους θ °C,
- ρ_0 : η ειδική αντίσταση του υλικού στους 0 °C,
- α : θερμικός συντελεστής της ειδικής αντίστασης (μετριέται σε $grad^{-1}$)
- θ : η θερμοκρασία σε °C (grad.).

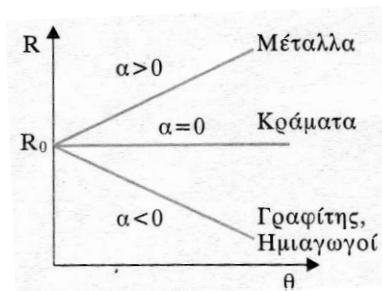
• Εξάρτηση αντίστασης R από τη θερμοκρασία

Θεωρώντας ότι το ℓ και το S του αγωγού δεν αλλάζουν με τη θερμοκρασία έχω:

$$R_0 = \rho_0 \frac{\ell}{S} \text{ στους } 0^\circ C$$

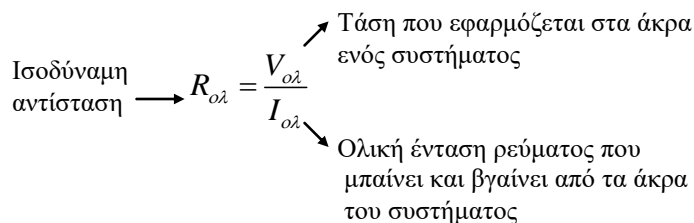
και $R_\theta = \rho_\theta \frac{\ell}{S}$ στους $\theta^\circ C$

$$\Rightarrow R_\theta = \rho_\theta \frac{\ell}{S} \xrightarrow{\rho_\theta = \rho_0(1 + \alpha \cdot \theta)} R_\theta = \rho_0 (1 + \alpha \cdot \theta) \frac{\ell}{S}$$



Άρα $R_\theta = R_0 (1 + \alpha \cdot \theta)$

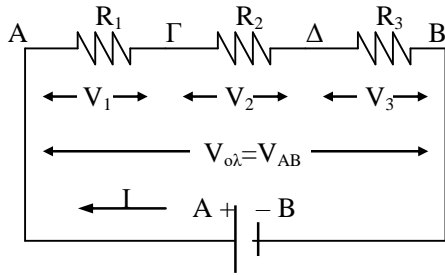
• Ισοδύναμη αντίσταση $R_{ολ}$



Παρατήρηση

Σε ένα κύκλωμα η ισοδύναμη αντίσταση μπορεί να αντικαταστήσει πολλές αντιστάσεις και προκαλεί το ίδιο αποτέλεσμα με αυτές.

• Σύνδεση αντιστατών σε σειρά



Στο παραπάνω κύκλωμα έχουμε:

$$V_1 = V_A - V_\Gamma, \quad V_2 = V_\Gamma - V_\Delta, \quad V_3 = V_\Delta - V_B \Rightarrow$$

$$V_1 + V_2 + V_3 = V_A - V_B \quad (1)$$

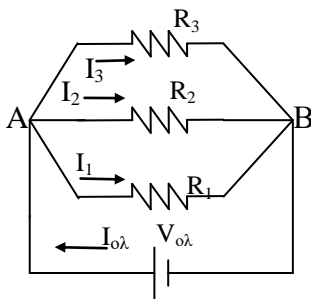
$$\text{Η ολική τάση στο κύκλωμα είναι } V_{ολ} = V_A - V_B \quad (2)$$

$$\text{Από (1), (2)} \Rightarrow V_{ολ} = V_1 + V_2 + V_3 \Rightarrow$$

$$I \cdot R_{ολ} = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 \Rightarrow$$

$$\boxed{R_{ολ} = R_1 + R_2 + R_3}$$

• Παράλληλη σύνδεση αντιστάτων



Από τον πρώτο κανόνα Kirchhoff στον κόμβο A (ή B)

$$I_{ολ} = I_1 + I_2 + I_3 \quad (1)$$

και από τον νόμο του Ohm για κάθε μία από τις αντιστάσεις ισχύει:

$$I_{ολ} = \frac{V}{R_{ολ}}, \quad I_1 = \frac{V}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V}{R_2} \quad \text{και} \quad I_3 = \frac{V}{R_3} \quad (2)$$

Από (1) και (2) \Rightarrow

$$\frac{V}{R_{ολ}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} \Rightarrow$$

$$\boxed{\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Παρατηρήσεις

1) Οι παραπάνω σχέσεις ισχύουν για οποιονδήποτε αριθμό αντιστάσεων συνδεδεμένων σε σειρά και παράλληλα αντίστοιχα.

2) Σε σύνδεση σε σειρά το ρεύμα που διαρρέει τους αντιστάτες είναι ίδιο $I = I_1 = \dots = I_n$. Ενώ στην

παράλληλη $I = I_1 + \dots + I_n$.

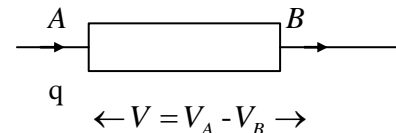
3) Στην σύνδεση αντιστάτων σε σειρά το $V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$ ενώ σε παράλληλη το

$$V = V_1 = V_2 = \dots = V_n$$

4) Σε σύνδεση σε σειρά η ισοδύναμη αντίσταση είναι μεγαλύτερη και από τη μεγαλύτερη των επιμέρους αντιστάτων ενώ σε παράλληλη είναι μικρότερη και από την μικρότερη των επιμέρους αντιστάτων.

• Ενέργεια ηλεκτρικού ρεύματος

Η ενέργεια που απαιτείται για να λειτουργήσουν οι συσκευές.



Αν σε χρόνο t μετακινείται φορτίο q από το A στο B

$$\text{τότε } I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = I \cdot t \quad (1)$$

Το έργο που αποδίδεται στη συσκευή είναι:

$$W = q(V_A - V_B) = q \cdot V = I \cdot t \cdot V \Rightarrow$$

$$\text{Άρα } \boxed{W = V \cdot I \cdot t}$$

Αν η συσκευή είναι αντιστάτης:

$$W = V \cdot I \cdot t \begin{cases} \xrightarrow{V=I \cdot R} W = I^2 \cdot R \cdot t \\ \xrightarrow{I=V/R} W = \frac{V^2}{R} \cdot t \end{cases}$$

• Ισχύς ηλεκτρικού ρεύματος

Ορίζεται από το πηλίκο:

$$\text{ισχύς} \rightarrow \boxed{P = \frac{W}{t}} \begin{cases} \rightarrow \text{ενέργεια που προσφέρεται} \\ \rightarrow \text{στη συσκευή σε χρόνο } t \\ \rightarrow \text{χρόνος} \end{cases}$$

Μονάδα στο S.I. είναι το $1W = \frac{1J}{s}$

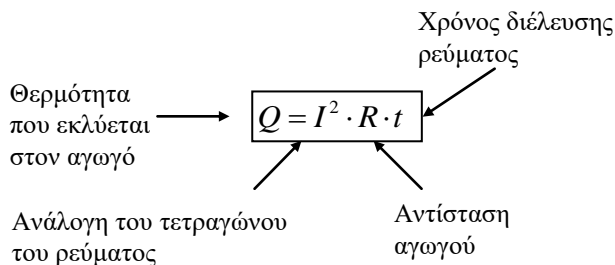
Για **κάθε** συσκευή ισχύει: $P = V \cdot I$

Για αντιστάτη $P = V \cdot I$ $\left\{ \begin{array}{l} \xrightarrow{V=IR} P = I^2 \cdot R \\ \xrightarrow{I=V/R} P = \frac{V^2}{R} \end{array} \right.$

• Κιλοβατώρα KWh

Μονάδα ενέργειας
 $1KWh = 1KW \cdot 1h = 1000W \cdot 3600s = 3.600.000J$

• Νόμος Joule



Παρατήρηση

Ο νόμος του Joule ισχύει για αγωγό σταθερής θερμοκρασίας.

• Ενδείξεις κανονικής λειτουργίας

Οι τιμές της τάσης, της ισχύος και του ρεύματος που πρέπει να εφαρμοστούν στα άκρα μιας συσκευής ώστε αυτή να λειτουργεί με τον βέλτιστο τρόπο.

Από τις ενδείξεις στη συσκευή έχουμε:

$P_K = V_K \cdot I_K$, $P_K = \frac{V_K^2}{R}$

Παρατήρηση

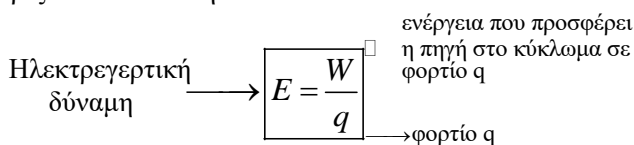
Αν στη συσκευή η τιμή της τάσης είναι μικρότερη από της κανονικής η συσκευή υπολειτουργεί. Αν είναι μεγαλύτερη υπερλειτουργεί και η συσκευή μπορεί να καταστραφεί.

• Βραχυκύκλωμα

Η σύνδεση δύο σημείων ενός κυκλώματος με αγωγό αμελητέας αντίστασης.

• Ηλεκτρεγερτική δύναμη ΗΕΔ

Ορίζεται από το πηλίκο:



$E = \frac{W}{q} = \frac{W/t}{q/t} \Rightarrow E = \frac{P}{I}$

Παρατήρηση

Εκφράζει την ενέργεια ανά μονάδα ηλεκτρικού φορτίου που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα.

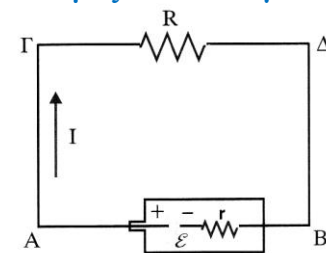
Μονάδα στο S.I. είναι $1V = 1J/C$

Π.χ. ΗΕΔ 8V σημαίνει ότι σε φορτίο 1C αποδίδεται ενέργεια 8J.

• Εσωτερική αντίσταση πηγής r

Εκφράζει τη δυσκολία που συναντά το ρεύμα όταν διέρχεται από αυτή. Χαρακτηριστικό μέγεθος της πηγής.

• Νόμος του Ohm για κλειστό κύκλωμα



Σε χρόνο t η πηγή δίνει ενέργεια στο κύκλωμα

$W = P \cdot t \Rightarrow W = E \cdot I \cdot t$

Η οποία μετατρέπεται σε θερμότητα στις αντιστάσεις R και r.

$Q_R = I^2 \cdot R \cdot t$

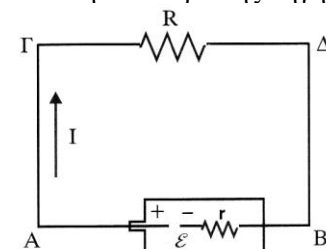
$Q_r = I^2 \cdot r \cdot t$

$W = Q_R + Q_r \Rightarrow E \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t + I^2 \cdot r \cdot t \Rightarrow$

$E = I(R+r) \Rightarrow I = \frac{E}{R+r} \Rightarrow I = \frac{E}{R_{ολ}}$

• Πολική τάση V_{π}

Η τάση στα άκρα της πηγής $V_{\pi} = V_A - V_B$



Από το σχήμα $V_A - V_B = V_R$

$$V_A - V_B = V_R \Rightarrow V_{\Pi} = V_R$$

$$V_{\Pi} = I \cdot R \quad (1)$$

Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας

$$W = Q_R + Q_r \Rightarrow E \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t + I^2 \cdot r \cdot t \Rightarrow$$

$$E = I \cdot R + I \cdot r \Rightarrow$$

$$\boxed{V_{\Pi} = E - I \cdot r}$$

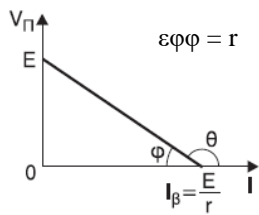
• Χαρακτηριστική καμπύλη πηγής

* όταν το κύκλωμα είναι ανοιχτό $I = 0 \Rightarrow V_{\Pi} = E$

* όταν η πηγή είναι ιδανική $r = 0 \Rightarrow V_{\Pi} = E$

* όταν η πηγή βραχυκυκλωθεί $R = 0 \Rightarrow$

$$I = \frac{E}{R + r} \Rightarrow I_B = \frac{E}{r}$$



Παρατήρηση

Το ρεύμα I_B είναι το μέγιστο που μπορεί να δώσει η πηγή

• Αποδέκτες

Συσκευές που μετατρέπουν στο μεγαλύτερο μέρος τους την ηλεκτρική ενέργεια σε άλλης μορφής εκτός από θερμότητα.

• Συντελεστής απόδοσης

Ορίζεται από το πηλίκο

$$a = \frac{P_{\omega\phi}}{P_{\delta\alpha\pi}} \begin{matrix} \text{---} \text{ωφέλιμη ισχύς} \\ \text{---} \text{δαπανώμενη ισχύς} \end{matrix}$$

Σε ποσοστό επί τοις εκατό

$$a\% = \frac{P_{\omega\phi}}{P_{\delta\alpha\pi}} \cdot 100\%$$

Θεωρία 3^{ου} κεφαλαίου

• Μαγνήτες

Είναι σώματα που έχουν την ιδιότητα να έλκουν μικρά κομμάτια σιδήρου.

• Πόλοι ενός μαγνήτη

Δύο χαρακτηριστικές περιοχές του μαγνήτη όπου παρουσιάζονται εντονότερα οι μαγνητικές του ιδιότητες. Καλούνται βόρειος, (N) και νότιος μαγνητικός πόλος, (S).

Παρατήρηση

Ένας μαγνητικός πόλος ποτέ δεν μπορεί να απομονωθεί. Εμφανίζονται πάντα κατά ζεύγος, (N-S).

• Μαγνητικό πεδίο

Ο χώρος μέσα στον οποίο ασκούνται μαγνητικές δυνάμεις σε κάθε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο ή σε κάποιο μαγνήτη.

• Ένταση μαγνητικού πεδίου \vec{B}

Το διάνυσμα που περιγράφει το μαγνητικό πεδίο.

Μονάδα στο S.I. είναι το $1T = \frac{1N}{A \cdot m}$

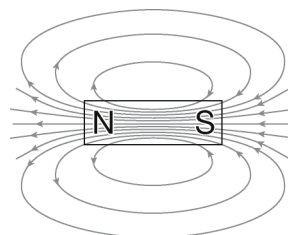
Εκφράζει το πόσο ισχυρό είναι το πεδίο.

• Μαγνητικές δυναμικές γραμμές

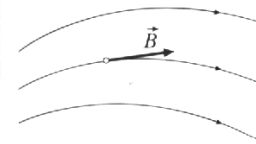
Οι νοητές γραμμές, στις οποίες το διάνυσμα της έντασης είναι εφαπτόμενο σε αυτές.

Παρατηρήσεις στις δυναμικές γραμμές

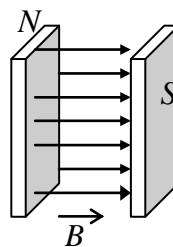
- 1) Η φορά των μαγνητικών γραμμών συμπίπτει με τη φορά της έντασης του B.
- 2) Είναι κλειστές γραμμές, σε αντίθεση με τις ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές που είναι ανοικτές.
- 3) Δεν τέμνονται
- 4) Στους μαγνήτες εξέρχονται από το βόρειο μαγνητικό πόλο και εισέρχονται στο νότιο.
- 5) Όπου είναι πυκνότερες, το μέτρο της έντασης είναι μεγαλύτερο.
- 6) Ομογενές είναι το πεδίο στο οποίο η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι ίδια σε όλα τα σημεία του.
- 7) Ανομοιογενές είναι το πεδίο στο οποίο η ένταση είναι διαφορετική σε κάθε σημείο.



πεδίο ραβδόμορφου μαγνήτη



ανομοιογενές πεδίο



ομογενές πεδίο

• Πείραμα Oersted

Γύρω από ρευματοφόρους αγωγούς δημιουργείται μαγνητικό πεδίο και οι μαγνήτες που θα βρεθούν μέσα σε αυτό θα δεχτούν δύναμη. Άλλα και αντίστροφα αν ρευματοφόρος αγωγός βρεθεί σε μαγνητικό πεδίο, δέχεται δύναμη από αυτό.

Παρατήρηση

Ο μαγνητισμός δημιουργείται από κινούμενα φορτία

• Μαγνητικές ιδιότητες σωμάτων

Οφείλονται στις κινήσεις των ηλεκτρονίων των ατόμων γύρω από τον πυρήνα του ατόμου και γύρω από τον άξονά τους.

• Τρόποι μαγνήτισης σωμάτων

- α) με επαφή
- β) με επαγωγή
- γ) με τριβή

• Πεδίο ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού

Ορίζεται από το πηλίκο:

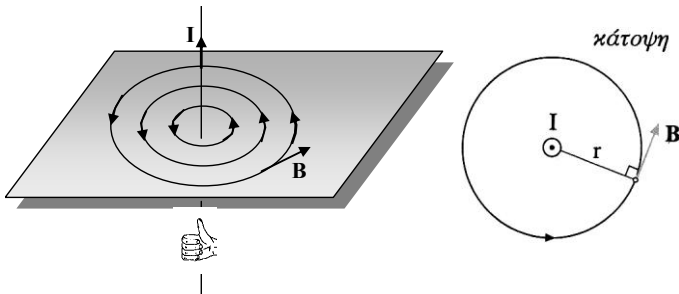
Πεδίο $\longrightarrow B = k_{\mu} \frac{2I}{r}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{ένταση ρεύματος αγωγού} \\ \text{απόσταση σημείου απο αγωγό} \end{array} \right.$

$$k_{\mu} = 10^{-7} \frac{N}{A^2} \text{ (σταθερά)}$$

Παρατηρήσεις

- α) το πεδίο είναι ανομοιογενές
- β) οι δυναμικές γραμμές του πεδίου είναι ομόκεντροι κύκλοι
- γ) η φορά της έντασης του B δίνεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού

Αντίχειρας → φορά I,
4 δάκτυλα → φορά δυναμικών γραμμών



Πεδίο κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού

Ορίζεται από το πηλίκο:

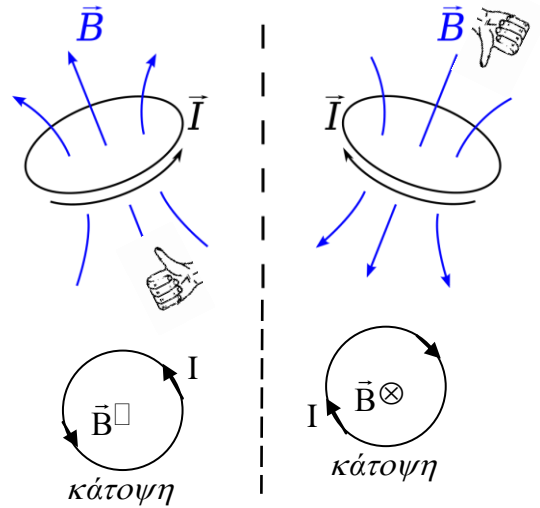
Παρατηρήσεις

πεδίο στο κέντρο του αγωγού → $B = k_{\mu} \frac{2\pi \cdot I}{r}$ → ένταση ρεύματος αγωγού / ακτίνα αγωγού

- α) το πεδίο είναι ανομοιογενές
- β) η διεύθυνση της έντασης του πεδίου είναι κάθετη στο επίπεδο του κύκλου και η φορά της βρίσκεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού

4 δάκτυλα → φορά I,
Αντίχειρας → φορά δυναμικών γραμμών
(δείχνει το βόρειο πόλο)

γ) αν ο αγωγός αποτελείται από N ομόκεντρους κυκλικούς αγωγούς τότε το πεδίο στο κέντρο του είναι $B = k_{\mu} \frac{2\pi \cdot I}{r} \cdot N$



Μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς

το πεδίο στο κέντρο σωληνοειδούς που έχει N σπείρες, μήκος ℓ και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I είναι:

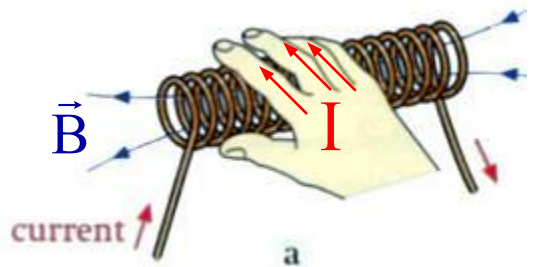
$$B = k_{\mu} \cdot 4\pi \frac{N}{\ell} \cdot I$$

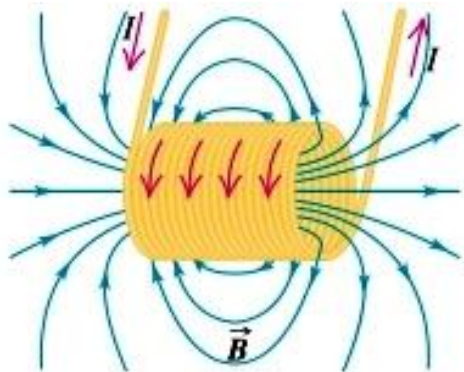
Παρατηρήσεις

- α) στο εσωτερικό του σωληνοειδούς το πεδίο είναι ομογενές
- β) στα άκρα του το πεδίο είναι ανομοιογενές
- γ) Η φορά των μαγνητικών γραμμών βρίσκεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού

4 δάκτυλα → φορά I,
Αντίχειρας → φορά δυναμικών γραμμών
(δείχνει το βόρειο πόλο)

δ) στα άκρα του αγωγού η τιμή της έντασης του πεδίου είναι $B = k_{\mu} \cdot 2\pi \frac{N}{\ell} \cdot I$.





• Δύναμη Laplace

Η δύναμη που δέχεται ρευματοφόρος αγωγός όταν βρεθεί σε μαγνητικό πεδίο.

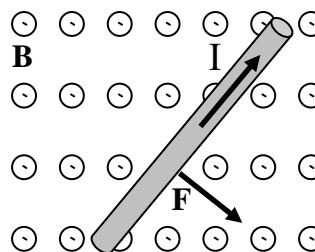
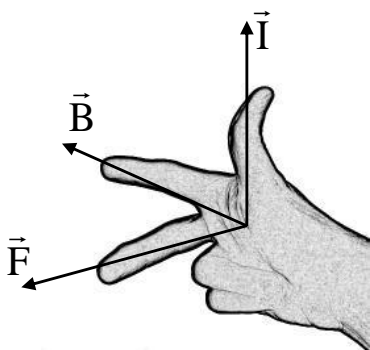
Το μέτρο της δύναμης είναι:

- α) ανάλογο του μαγνητικού πεδίου **B**,
- β) της έντασης **I** του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό
- γ) τους μήκους **ℓ** του αγωγού
- δ) εξαρτάται από τη γωνία φ που σχηματίζει ο αγωγός με το πεδίο.

$$F_L = B \cdot I \cdot \ell \cdot \eta \mu \varphi$$

ε) η φορά της δύναμης δίνεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού.

Αντίχειρας → φορά I,
 Δείκτης → πεδίο B
 Μέσος → δύναμη Laplace
 (τα δάκτυλα σχηματίζουν τρισσορθογώνιο σύστημα)



Παρατήρηση

το σύμβολο:

- σημαίνει ότι το διάνυσμα είναι κάθετο στο επίπεδο του βιβλίου και έχει φορά προς τον αναγνώστη
- ⊗ το διάνυσμα είναι κάθετο στο επίπεδο του βιβλίου και έχει φορά προς το βιβλίο

• Ύλη μέσα σε μαγνητικό πεδίο

Όταν βρεθεί σώμα σε μαγνητικό πεδίο τότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου αλλάζει.

• Μαγνητική διαπερατότητα

Ορίζεται από το πηλίκο:

μαγν. διαπερατότητα $\rightarrow \mu = \frac{B}{B_0}$ □ πεδίο παρουσία σώματος
 B_0 \rightarrow πεδίο χωρίς σώμα

Παρατηρήσεις

α) Η μαγνητική διαπερατότητα δείχνει πόσες φορές αυξήθηκε ή μειώθηκε η ένταση του μαγνητικού πεδίου λόγω της εισόδου του σώματος στο πεδίο.

β) Είναι καθαρός αριθμός

γ) Ανάλογα με το πώς αλλάζει το πεδίο τα σώματα καλούνται:

- σιδηρομαγνητικά υλικά $\mu \gg 1$
- παραμαγνητικά $\mu > 1$
- διαμαγνητικά $\mu < 1$

• Μαγνητική Ροή

Ορίζεται από το γινόμενο :

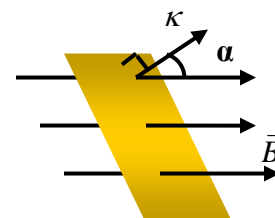
$$\varphi_B = B \cdot S \cdot \sigma \nu \alpha$$

όπου

B: μαγνητικό πεδίο

S: εμβαδό επιφάνειας

α : γωνία μεταξύ B και καθέτου κ επιφάνειας S



Μονάδα στο S.I. το $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot \text{m}^2$

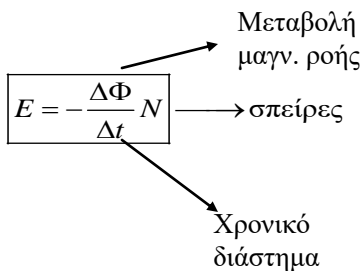
Παρατηρήσεις

- α) Εκφράζει τον αριθμό των δυναμικών γραμμών που περνάνε από μια επιφάνεια S
- β) Όταν η επιφάνεια είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές, ($\alpha = 0^\circ$) τότε η μαγνητική ροή είναι μέγιστη.
- γ) Όταν η επιφάνεια είναι παράλληλη στις δυναμικές γραμμές, ($\alpha = 90^\circ$) τότε η μαγνητική ροή γίνεται μηδέν.
- δ) Όταν η επιφάνεια σχηματίζει γωνία φ με τις δυναμικές γραμμές η γωνία α είναι η συμπληρωματική της $(90-\varphi)^\circ$.
- ε) Η μαγνητική ροή σε κλειστή επιφάνεια είναι πάντα 0

• Ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή

Η εμφάνιση επαγωγικής ηλεκτρεγερτικής δύναμης λόγω μεταβολής της μαγνητικής ροής.

Σε σωληνοειδές, (πηνίο)



Παρατηρήσεις

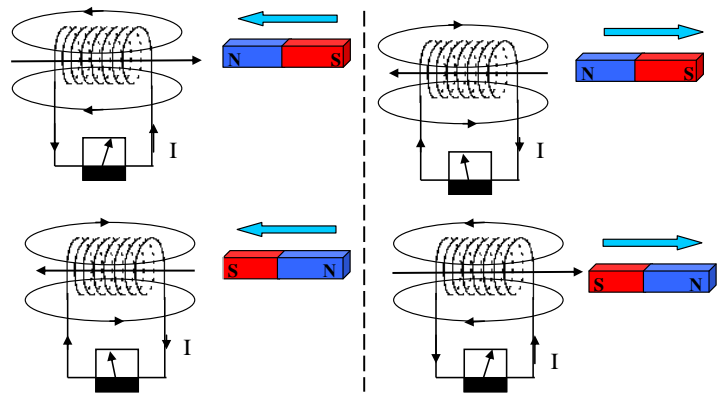
- α) η εμφάνιση ΗΕΔ από επαγωγή ισχύει για οποιοδήποτε κύκλωμα $E = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.
- β) Αν το κύκλωμα είναι **κλειστό** θα εμφανιστεί και επαγωγικό ρεύμα $I_{επ}$.
- γ) Εμφάνιση ΗΕΔ θα έχω είτε το κύκλωμα είναι κλειστό είτε ανοιχτό.
- δ) Η επαγόμενη ΗΕΔ διαρκεί όσο διαρκεί η μεταβολή της μαγνητικής ροής.
- ε) Το μείον στην παραπάνω σχέση οφείλεται στον κανόνα του Lenz.

• Κανόνας Lenz

Το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε το μαγνητικό του πεδίο να αντιτίθεται στο αίτιο που το προκάλεσε.

Παρατήρηση

Ο κανόνας του Lenz είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας.



Φορές επαγόμενων ρευμάτων στο πηνίο λόγω μεταβολής της μαγνητικής τους ροής σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz.

• Επαγωγικό ρεύμα

Από το νόμο του Ohm η ένταση

$$\left. \begin{array}{l} I = \frac{E}{R} \\ \text{και} \\ E = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \end{array} \right\} \Rightarrow I = \frac{\Delta\varphi}{R \cdot \Delta t}$$

• Νόμος Neumann

Το ηλεκτρικό φορτίο που μετατοπίζεται από μια διατομή του αγωγού είναι:

$$\left. \begin{array}{l} Q = I \cdot \Delta t \\ \text{και} \\ I = \frac{\Delta\varphi}{R \cdot \Delta t} \end{array} \right\} \Rightarrow Q = \frac{\Delta\varphi}{R}$$

Παρατήρηση

Το επαγωγικό ηλεκτρικό φορτίο είναι ανεξάρτητο από το χρόνο που