

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ -ΑΓΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΜΑΘΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ - ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

---

# ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 1: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΗ- ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

ΣΚΟΠΟΣ:

1. Η κατανόηση του νόμου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (νόμος του Faraday)
2. Η επεξήγηση της παραγωγής μιας ΗΕΔ εξ επαγωγής
3. Ο προσδιορισμός της σχέσης μεταξύ της επαγόμενης ΗΕΔ και ενός μεταβαλλόμενου μαγνητικού πεδίου που προκαλείται με μεταβολή της συχνότητας της τάσης

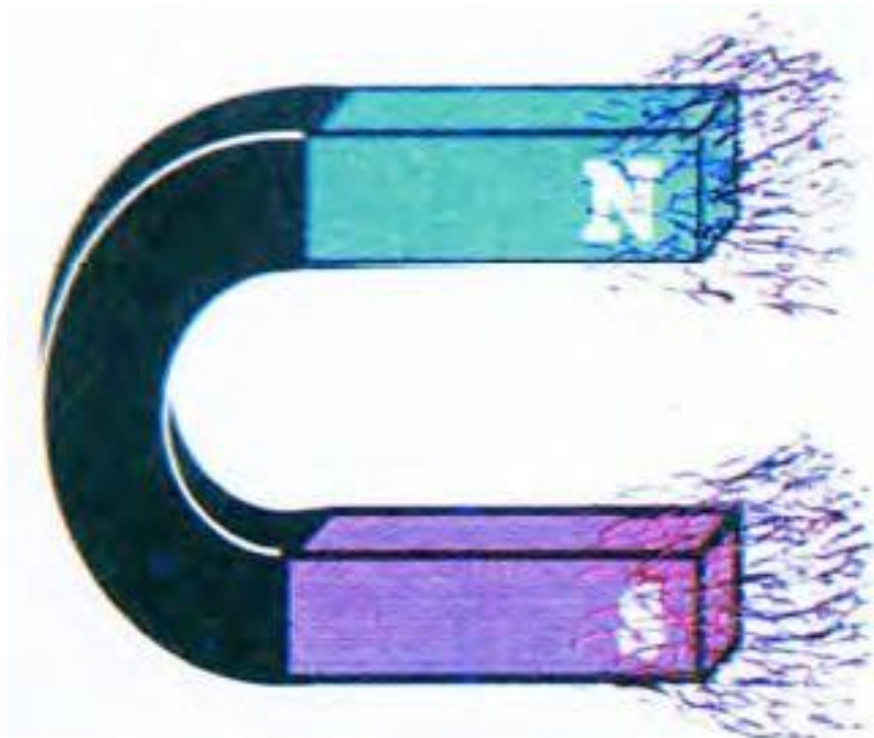
---

ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΕΣ: ΤΣΙΡΟΠΟΥΛΟΣ ΖΗΣΗΣ ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΚΑΡΑΝΙΚΑΣ Ε.ΔΙ.Π

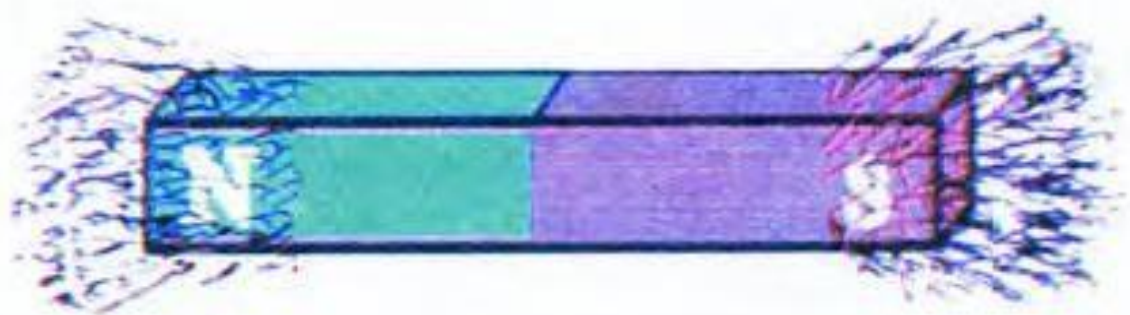
---

## *Μαγνήτες*

- **Μαγνήτης** ονομάζεται το υλικό που έχει την ιδιότητα να **έλκει** τον σίδηρο και ορισμένα άλλα υλικά (π.χ. νικέλιο, κοβάλτιο, κτλ.).
- **Μαγνητισμό** ονομάζουμε την ιδιότητα του μαγνήτη να έλκει σιδερένια αντικείμενα.
- **Φυσικός** μαγνήτης είναι το ορυκτό υλικό μαγνητίτης, ενώ ο **τεχνητός** μαγνήτης αποτελείται από κράματα του σιδήρου που μαγνητίζονται με τη βοήθεια ισχυρών ηλεκτρικών ρευμάτων.



Πεταλοειδής μαγνήτης



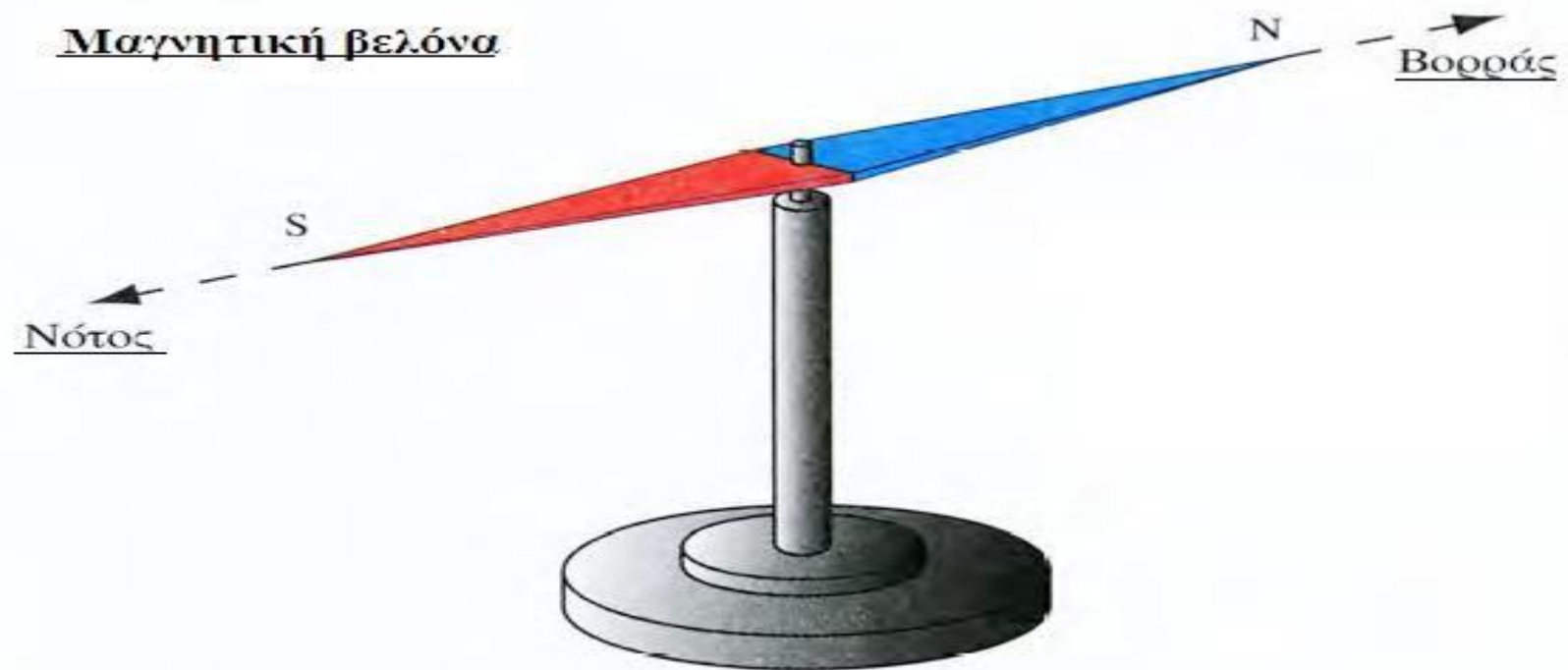
Ραβδόμορφος μαγνήτης

## *Μαγνητικοί πόλοι*

- Η **ελκτική ικανότητα** των μαγνητών είναι εντονότερη στα άκρα τους (**μαγνητικοί πόλοι**).
- Οι δυο άκρες της μαγνητικής βελόνας στρέφονται πάντα προς τον **Βορρά** (North - βόρειος μαγνητικός πόλος) και τον **Νότο** (South – Νότιος μαγνητικός πόλος).
- Οι **ομώνυμοι** μαγνητικοί πόλοι απωθούνται, ενώ οι **ετερόνυμοι** έλκονται.



Μαγνητική βελόνα



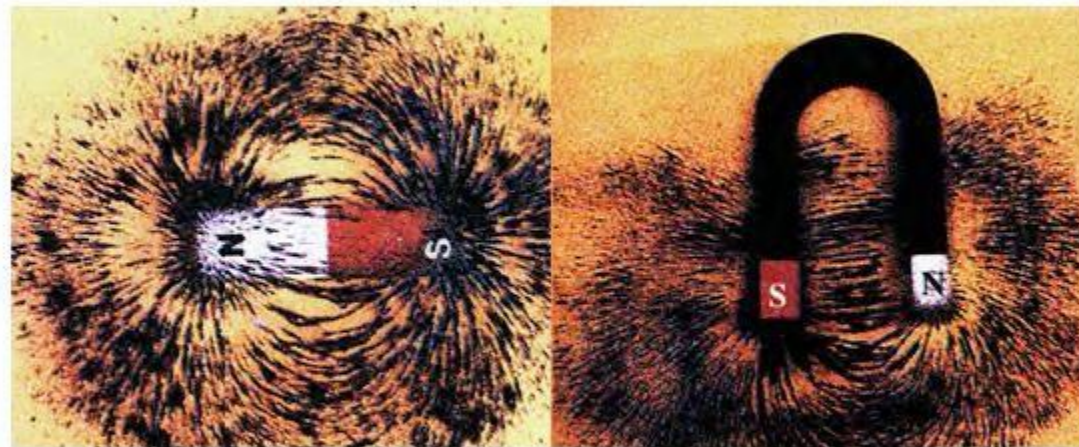
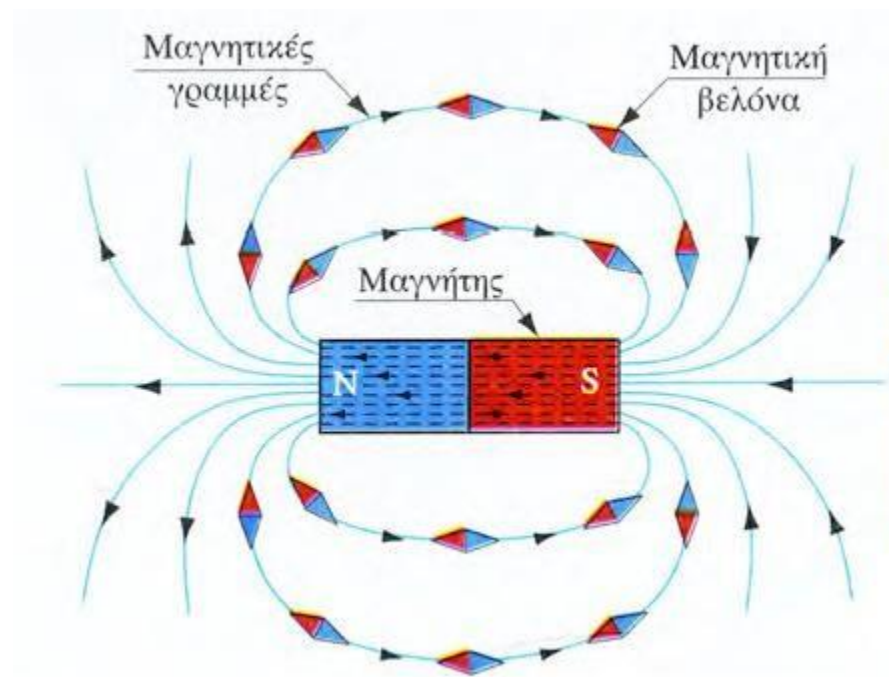
## *Μαγνητικό πεδίο*

- Όταν ένα σώμα ασκεί δυνάμεις σε άλλα σώματα από απόσταση, λέμε ότι το σώμα δημιουργεί γύρω του ένα **πεδίο** δυνάμεων.
- Τα ηλεκτρικά φορτία δημιουργούν **ηλεκτρικό πεδίο**, ενώ οι μαγνήτες δημιουργούν **μαγνητικό**.
- Η Γη δημιουργεί το πεδίο **βαρύτητας**, στο οποίο οφείλεται το βάρος των σωμάτων.

## *Μαγνητικές γραμμές*

- Οι μαγνητικές γραμμές δείχνουν τη **διεύθυνση των δυνάμεων** που ασκεί το μαγνητικό πεδίο σε κάθε σημείο του χώρου. Εξέρχονται από το βόρειο πόλο του μαγνήτη και εισέρχονται στον νότιο πόλο.
- Το μαγνητικό πεδίο είναι ισχυρότερο στους πόλους, και οι μαγνητικές γραμμές εκεί είναι πυκνότερες.
- Οι μαγνητικές καμπύλες είναι **κλειστές καμπύλες**, χωρίς αρχή και τέλος.



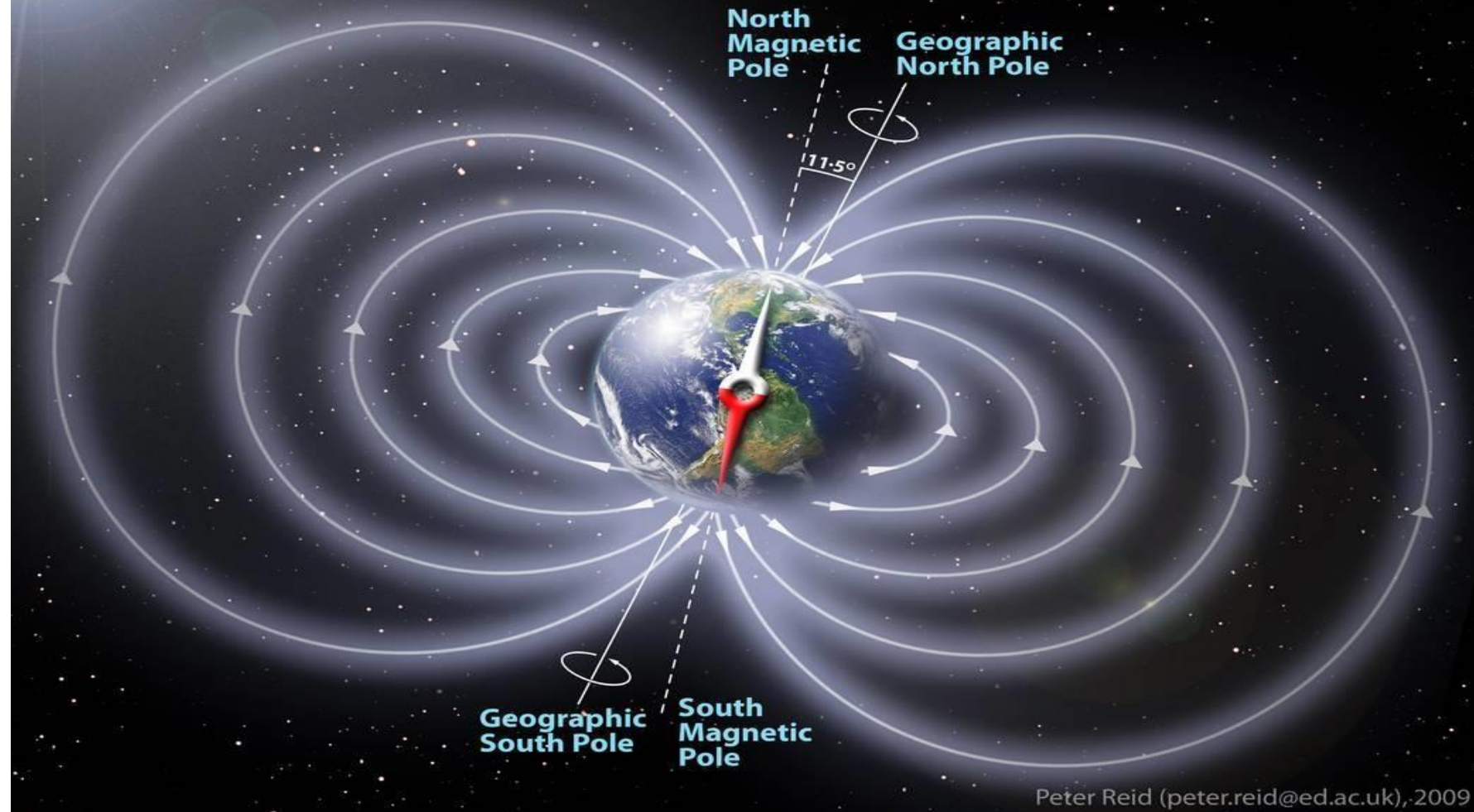


## *Γήινος μαγνητισμός (Γεωμαγνητισμός)*

- Η Γη αποτελεί ένα τεράστιο φυσικό μαγνήτη και δημιουργεί γύρω της ένα **μαγνητικό πεδίο**, το οποίο οφείλεται στην κίνηση του λιωμένου ρευστού μάγματος γύρω από τον σιδηροπυρήνα της Γης.
- Ο **μαγνητικός άξονας** της Γης (που ενώνει τους μαγνητικούς της πόλους) σχηματίζει χρονικά μεταβαλλόμενη γωνία  $\theta^\circ$  με τον γεωγραφικό άξονα.
- Οι μαγνητικοί πόλοι της Γης **αναστρέφονται** περιοδικά κάθε 200.000 με 300.000 περίπου χρόνια!



# The Earth's Magnetic Field

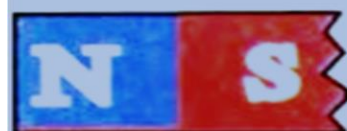


## *Μαγνητικά υλικά*

- **Διαμαγνητικά** ονομάζονται τα υλικά που δεν μαγνητίζονται (χαλκός, αλουμίνιο, ξύλο, νερό, αέρας)
- **Σκληρά σιδηρομαγνητικά** ονομάζονται τα υλικά που όταν μαγνητιστούν, γίνονται μόνιμοι μαγνήτες (π.χ. σκληρός χάλυβας).
- **Μαλακά σιδηρομαγνητικά** υλικά ονομάζονται τα υλικά που μαγνητίζονται όταν βρεθούν σε ισχυρό μαγνητικό πεδίο, αλλά χάνουν τον μαγνητισμό τους όταν πάψει η επίδραση του πεδίου που τα μαγνήτισε.

## Μαγνητικά δίπολα

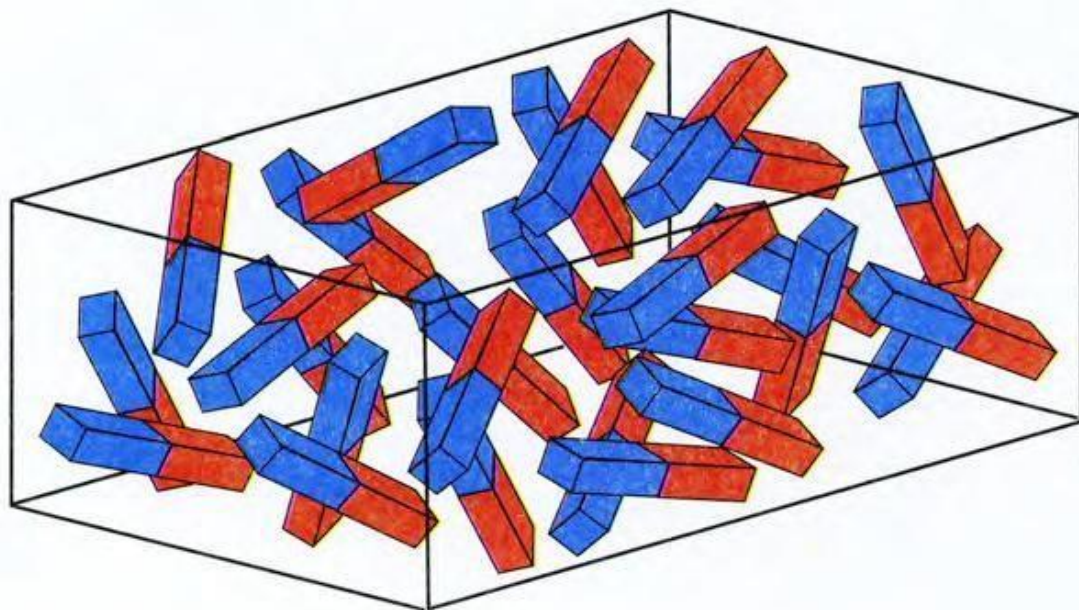
- Κάθε μαγνήτης έχει πάντα **2 πόλους**.
- Κάθε φορά που τεμαχίζουμε ένα μαγνήτη, δημιουργούνται μικρότεροι **διπολικοί μαγνήτες**.



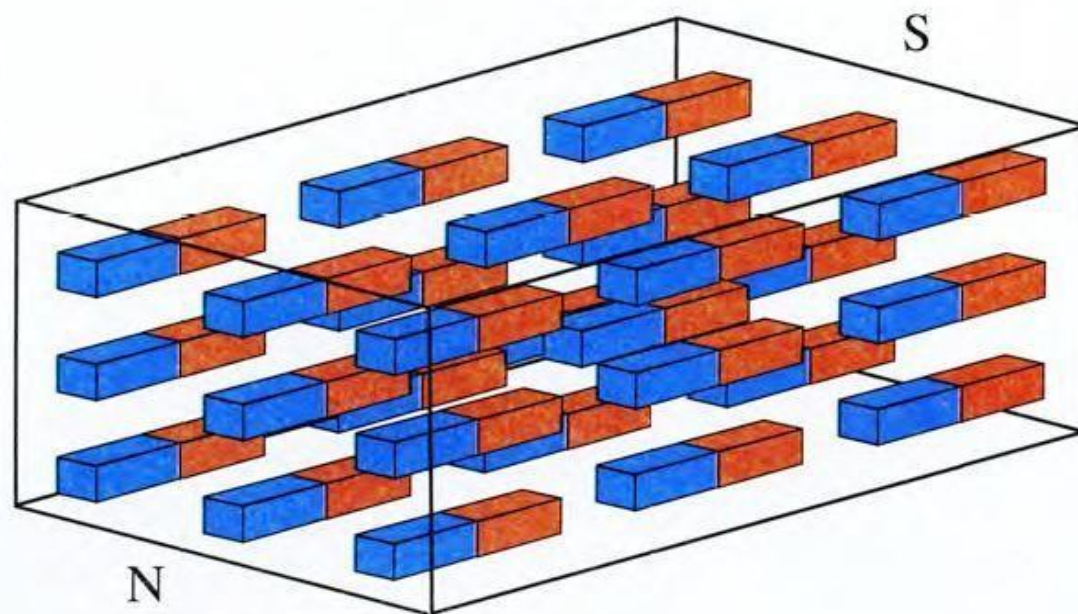


## *Μαγνητικός κορεσμός*

- Τα σιδηρομαγνητικά υλικά αποτελούνται από **στοιχειώδεις μαγνήτες** που κατέχουν τυχαίες θέσεις όταν το υλικό δεν είναι μαγνητισμένο.
- Ένα ισχυρό εξωτερικό μαγνητικό πεδίο μπορεί να προσανατολίσει τους στοιχειώδεις μαγνήτες και να δημιουργήσει **μόνιμο** ή **παροδικό** μαγνητισμό.
- Όταν προσανατολίζονται όλοι οι στοιχειώδεις μαγνήτες, τότε υφίσταται **μαγνητικός κορεσμός**, δηλαδή το υλικό δεν μπορεί να μαγνητιστεί περισσότερο.



αμαγνήτιστο σιδηρομαγνητικό υλικό



σιδηρομαγνητικό υλικό πλήρως μαγνητισμένο

- Ο **ΦΥΣΙΚΟΣ** μαγνήτης είναι το ορυκτό υλικό μαγνητίτης, ενώ ο **ΤΕΧΝΗΤΟΣ** μαγνήτης αποτελείται από κράματα του σιδήρου που μαγνητίζονται με τη βοήθεια ισχυρών ηλεκτρικών ρευμάτων.
- Οι ομώνυμοι μαγνητικοί πόλοι **ΑΠΩΘΟΥΝΤΑΙ** ενώ οι ετερόνυμοι **ΕΛΚΟΝΤΑΙ**.
- Οι μαγνητικές καμπύλες είναι **ΚΛΕΙΣΤΕΣ** καμπύλες, οι οποίες **ΠΥΚΝΩΝΟΥΝ** στην περιοχή των πόλων.
- Τα υλικά που δεν μαγνητίζονται ονομάζονται **ΔΙΑΜΑΓΝΗΤΙΚΑ** ενώ τα υλικά που όταν μαγνητιστούν, γίνονται μόνιμοι μαγνήτες, ονομάζονται **ΣΚΛΗΡΑ ΣΙΔΗΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ**.



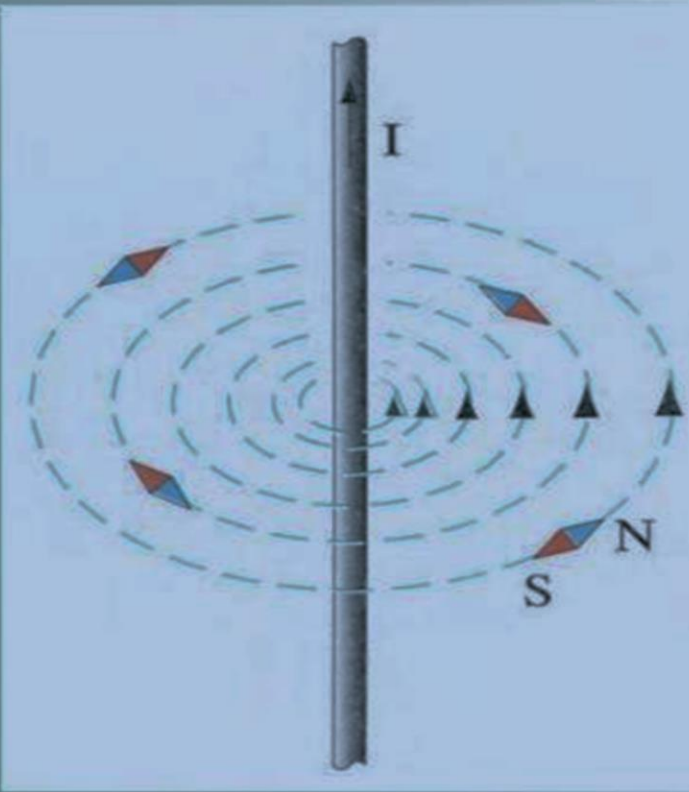
## *Προέλευση μαγνητισμού από το ηλεκτρικό ρεύμα*

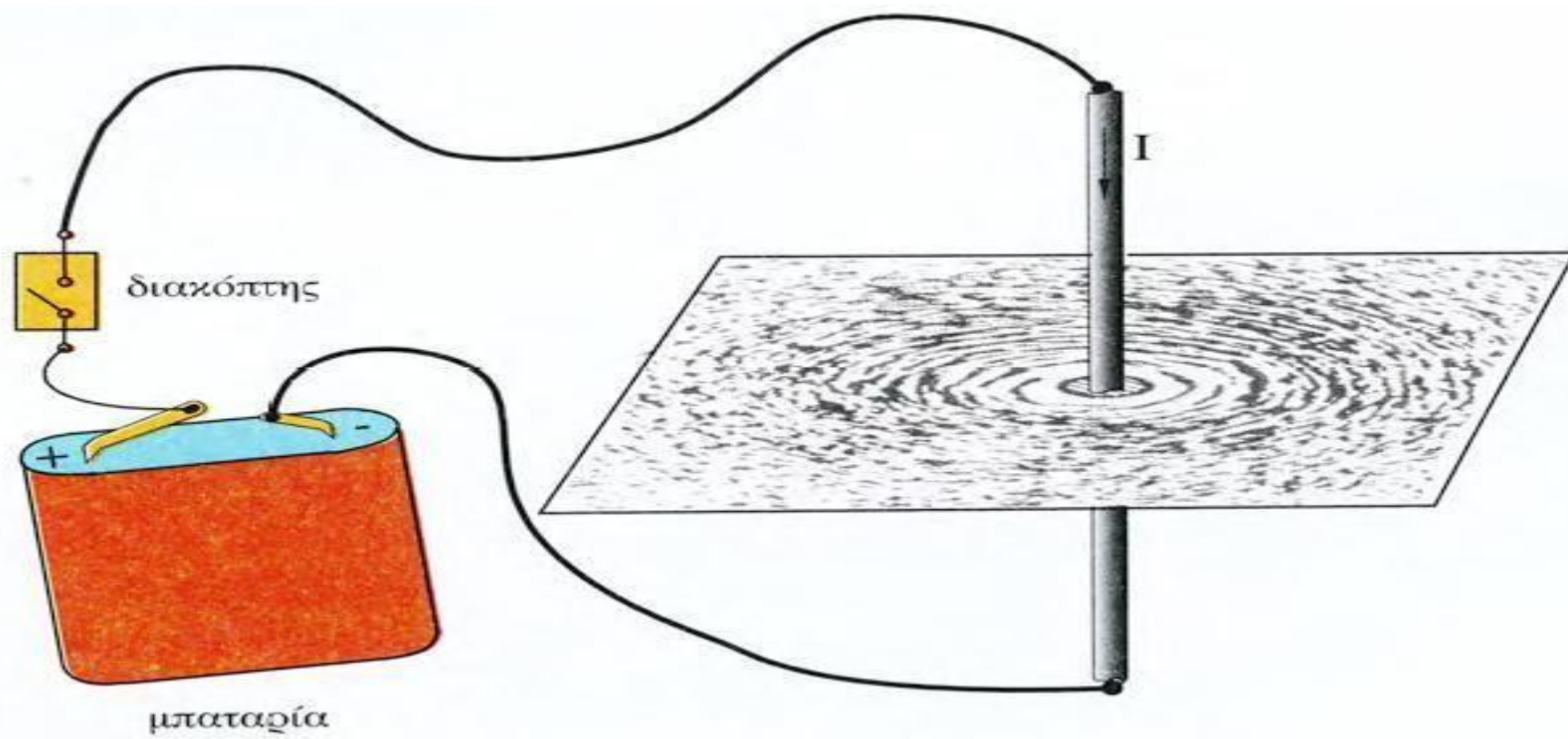
- Ένας αγωγός που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα επιδρά σε μια μαγνητική βελόνα και την εκτρέπει από την θέση ισορροπίας της (πείραμα του Oersted).
- Το μαγνητικό πεδίο οφείλεται αποκλειστικά στα κινούμενα ηλεκτρικά φορτία, δηλαδή στο ηλεκτρικό ρεύμα (*Θεωρία ηλεκτρομαγνητισμού*, Μάξγουελ).
- Οι μαγνητικές ιδιότητες ενός σιδηρομαγνητικού υλικού οφείλεται στη σύνθεση των «στοιχισμένων» στοιχειωδών μαγνητικών πεδίων που δημιουργεί η κίνηση των ηλεκτρονίων μέσα στα άτομα του υλικού.



## *Μαγνητικό πεδίο ευθύγραμμου αγωγού*

- Το συνεχές ρεύμα  $I$  που διαρρέει ένα ευθύγραμμο αγωγό, δημιουργεί γύρω από τον αγωγό μαγνητικό πεδίο, του οποίου οι μαγνητικές γραμμές σχηματίζουν ομόκεντρους κύκλους.
- Αν το συνεχές ρεύμα αλλάξει φορά, τότε θα αλλάξει και η φορά των μαγνητικών γραμμών.

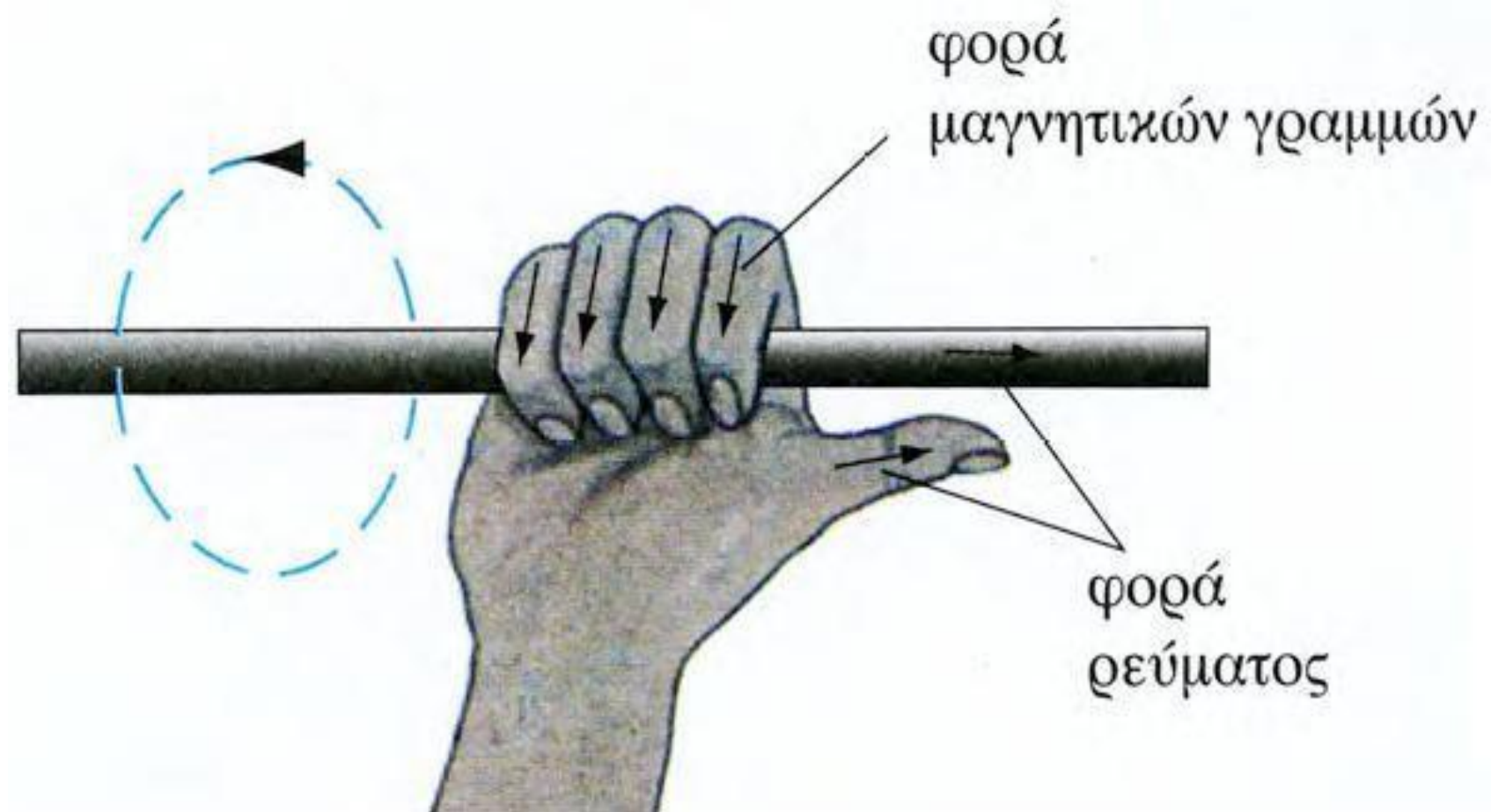




## *Μαγνητικές γραμμές*

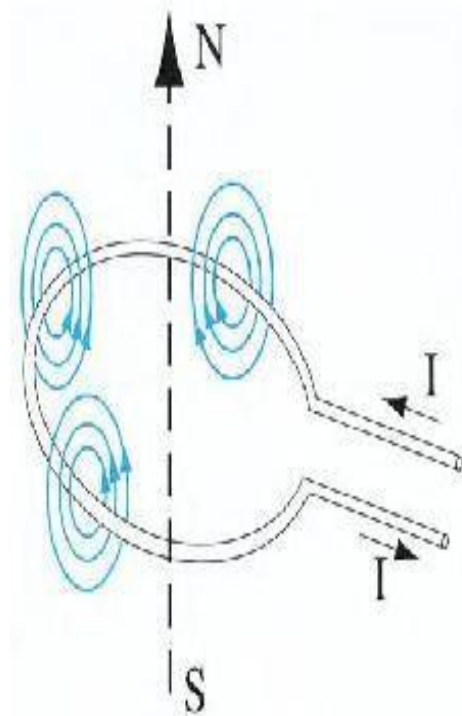
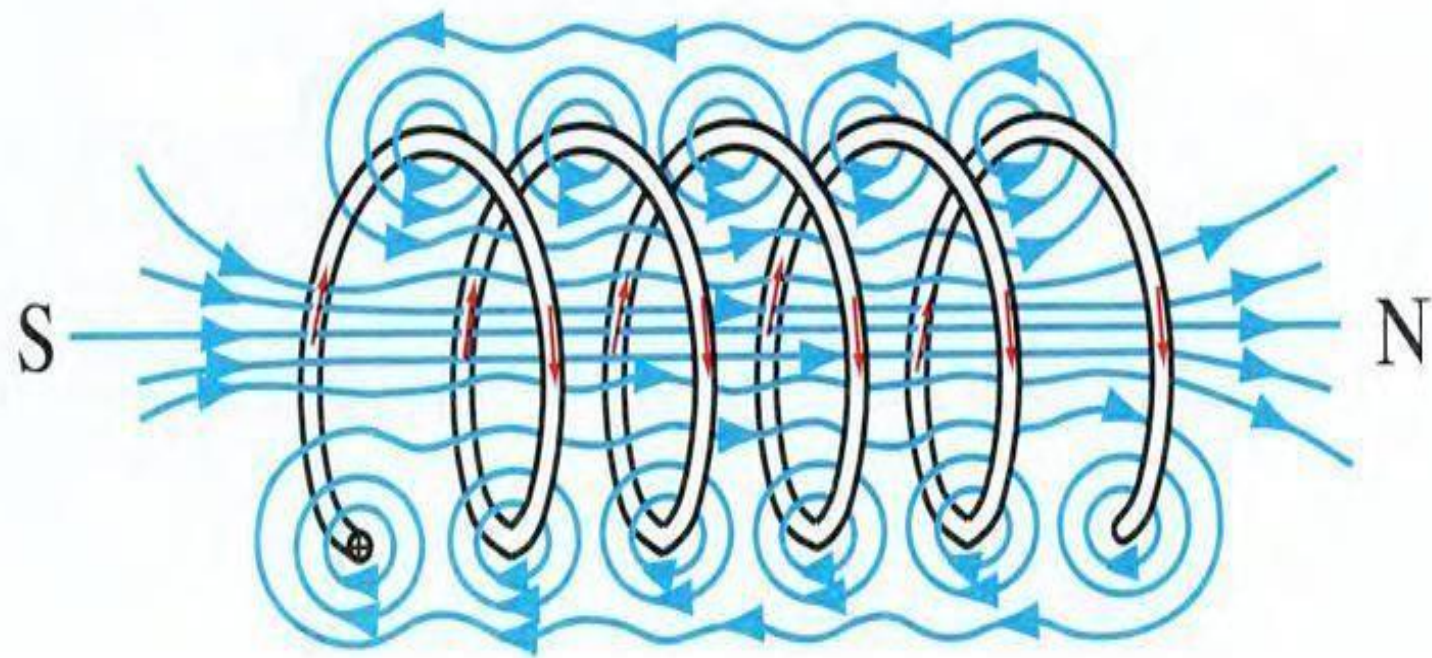
- Γύρω από τον ρευματοφόρο αγωγό οι κλειστές μαγνητικές γραμμές σχηματίζουν **κυλινδρικούς σωλήνες** με κοινό άξονα τον ρευματοφόρο αγωγό.
- Το μαγνητικό πεδίο είναι **ισχυρότερο** κοντά στον αγωγό, ενώ **εξασθενεί** όσο απομακρυνόμαστε.
- Η φορά των μαγνητικών γραμμών μπορεί να βρεθεί με τη βοήθεια του «**κανόνα του δεξιού χεριού**», όπου ο αντίχειρας δείχνει τη φορά του ρεύματος και τα δάκτυλα δείχνουν τη φορά των μαγνητικών γραμμών.





## *Μαγνητικό πεδίο πηνίου*

- Κάθε σπείρα του πηνίου ισοδυναμεί με ένα μικρό μαγνήτη. Το μαγνητικό πεδίο του πηνίου είναι η συνισταμένη των επιμέρους μαγνητικών πεδίων και είναι όμοιο με το πεδίο του ραβδόμορφου μαγνήτη.
- Το μαγνητικό πεδίο στο **εσωτερικό** του πηνίου είναι **ισχυρό**, καθώς όλες οι μαγνητικές γραμμές από όλες τις σπείρες έχουν την ίδια φορά.
- Το μαγνητικό πεδίο **έξω από το πηνίο** είναι **ασθενέστερο**, καθώς το μαγνητικό πεδίο κάθε σπείρας αναιρεί το πεδίο της διπλανής της.





## *Μαγνητική επαγωγή*

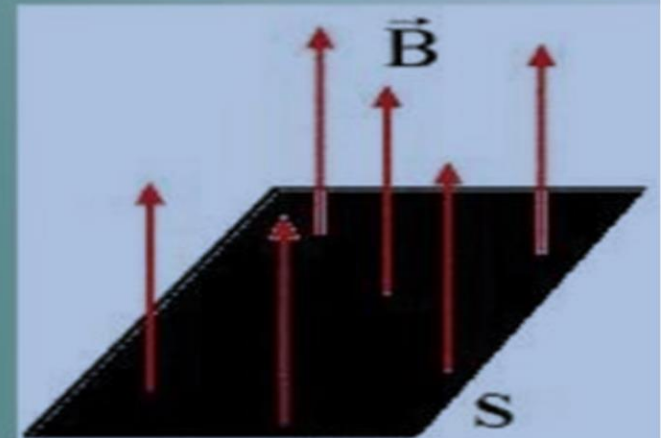
- Η **μαγνητική επαγωγή  $B$**  είναι το διανυσματικό μέγεθος που εκφράζει την **πυκνότητα των δυναμικών γραμμών** (μαγνητική ροή) σε κάθε σημείο του μαγνητικού πεδίου.
- Σε κάθε σημείο η διεύθυνση και η φορά της μαγνητικής επαγωγής συμπίπτει με την εφαπτομένη και τη φορά των μαγνητικών γραμμών.
- Μονάδα μέτρησης:  **$T$  (Τέσλα) =  $Wb/m^2$**
- Μπορεί να μετρηθεί με το **πεδιόμετρο**.

## Μαγνητική ροή

- Η μαγνητική ροή  $\Phi$  εκφράζει τον **αριθμό** των δυναμικών γραμμών ενός μαγνητικού πεδίου που διέρχονται **κάθετα** μέσα από ένα εμβαδό  $S$  και ισούται με το γινόμενο της μαγνητικής επαγωγής  $\mathbf{B}$  επί το εμβαδόν  $\mathbf{S}$ , δηλαδή

$$\Phi = \mathbf{B} * \mathbf{S}$$

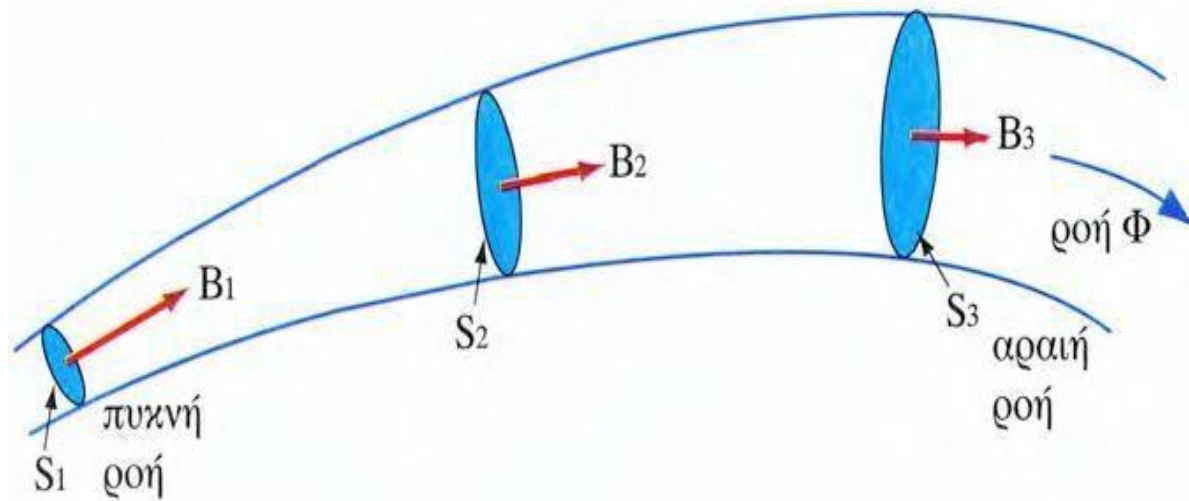
- Το **ομογενές** μαγνητικό πεδίο έχει σταθερή πυκνότητα μαγνητικής ροής.
- Μονάδα μέτρησης: **1Wb** (Βέμπερ)



## *Μαγνητική ροή ανά πόλο*

- Το φυσικό μέγεθος που εκφράζει το μαγνητικό πεδίο ενός μαγνήτη ή ενός πηνίου είναι η **μαγνητική ροή ανά πόλο**, δηλαδή η μαγνητική ροή που εξέρχεται από το βόρειο πόλο του μαγνήτη και εισέρχεται στο νότιο πόλο, ακολουθώντας μια **κλειστή διαδρομή μαγνητικού κυκλώματος**.





### ΑΣΚΗΣΗ:

Αν μέσα από τις διατομές  $S_1=1\text{cm}^2$ ,  $S_2=5\text{cm}^2$ ,  $S_3=10\text{cm}^2$  διέρχεται μαγνητική ροή  $\Phi=0,1\text{Wb}$ , τότε οι αντίστοιχες μαγνητικές επαγωγές

των δυναμικών γραμμών που διέρχονται κάθετα σε κάθε επιφάνεια του μαγνητικού πεδίου είναι

$$B_1 = \Phi/S_1 = 0,1/1 = 0,1\text{Wb/cm}^2$$

$$B_2 = \Phi/S_2 = 0,1/5 = 0,02\text{ Wb/cm}^2$$

$$B_3 = \Phi/S_3 = 0,1/10 = 0,01\text{Wb/cm}^2$$

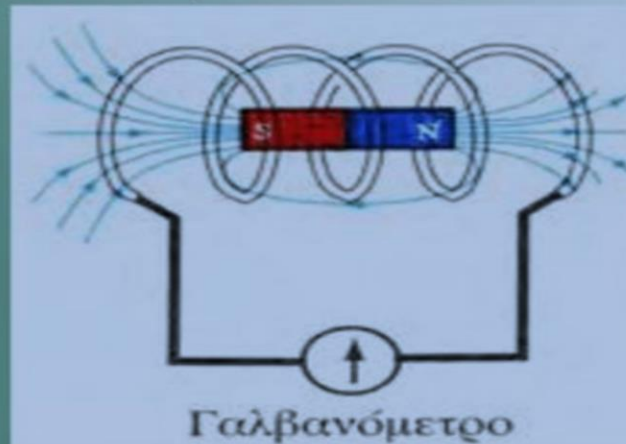
## ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Το μαγνητικό πεδίο οφείλεται αποκλειστικά στα **κινούμενα** ηλεκτρικά φορτία, δηλαδή στο ηλεκτρικό ρεύμα (Θεωρία ηλεκτρομαγνητισμού του Μάξγουελ).
- Το μαγνητικό πεδίο είναι **ισχυρότερο** κοντά στον ρευματοφόρο αγωγό, ενώ γίνεται **ασθενέστερο** όσο απομακρυνόμαστε από αυτόν.
- ο μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του πηνίου είναι **ισχυρότερο** ενώ έξω από το πηνίο είναι **ασθενέστερο**.
- Η μαγνητική επαγωγή **B** εκφράζει την πυκνότητα των δυναμικών γραμμών που διέρχονται κάθετα σε κάθε επιφάνεια του μαγνητικού πεδίου και έχει μονάδα μέτρησης το **Τέσλα ( T)**
- Η μαγνητική ροή είναι **πυκνότερη** στα σημεία που η μαγνητική επαγωγή **είναι μεγαλύτερη**.
- Το φυσικό μέγεθος που εκφράζει το μαγνητικό πεδίο ενός μαγνήτη ή ενός πηνίου είναι η **μαγνητική ροή ανά πόλο**

# ΗΕΔ εξ επαγωγής

## Πείραμα

- Συνδέουμε στα άκρα ενός πηνίου ένα γαλβανόμετρο, το οποίο μας δείχνει (με μεγάλη ευαισθησία) αν περνάει ηλεκτρικό ρεύμα μέσα από το πηνίο.
- Παρατηρούμε ότι αν ο μαγνήτης και το πηνίο είναι **ακίνητα**, το γαλβανόμετρο δείχνει σταθερά **μηδέν**. Επομένως, ένα σταθερό μαγνητικό πεδίο δεν επηρεάζει τα ηλεκτρικά κυκλώματα.

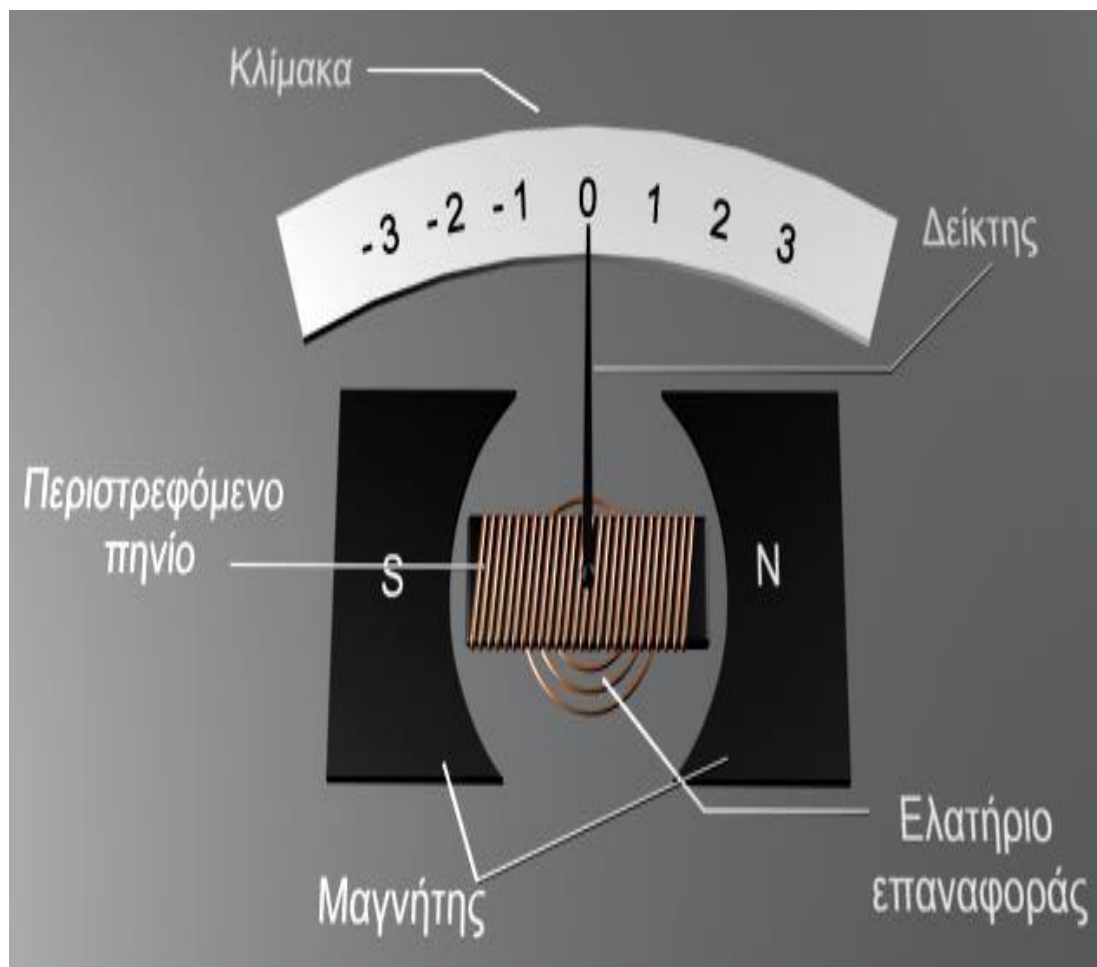




- Το **Γαλβανόμετρο** είναι όργανο με το οποίο μπορεί να διαπιστωθεί η ύπαρξη ή να μετρηθεί η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα
- Ένα απλό γαλβανόμετρο αποτελείται από μηχανισμό [Ντ'Αρσονβάλ](#) (D'Arsonval) και μια κλίμακα με το μηδέν στο μέσο της. Ο μηχανισμός Ντ'Αρσονβάλ είναι γνωστός και ως [μηχανισμός κινουμένου πηνίου](#).
- Το γαλβανόμετρο διαθέτει ένα σπειροειδές [πηνίο](#) το οποίο βρίσκεται μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο. Το σχήμα του μόνιμου μαγνήτη που δημιουργεί το μαγνητικό πεδίο είναι δακτυλιοειδές, ενώ το πηνίο είναι στηριγμένο στο μέσον του και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από το σημείο στήριξης. Πάνω στο πηνίο είναι, επίσης, στερεωμένος ο δείκτης ένδειξης. Όταν από το πηνίο διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα, αυτό δέχεται μια [ροπή](#), η οποία το αναγκάζει να περιστραφεί (συμπαράσύροντας φυσικά και το δείκτη). Η ροπή αυτή είναι ανάλογη με την ένταση του ρεύματος και έτσι το όργανο μπορεί, εκ της γωνίας απόκλισης του δείκτη, να μετρήσει ηλεκτρικά ρεύματα, εφόσον ο

δείκτης μετακινείται επάνω σε κατάλληλα βαθμολογημένη κλίμακα. Για να επανέρχεται ο δείκτης στην αρχική του θέση υπάρχει επίσης ένα [ελατήριο](#) επαναφοράς.

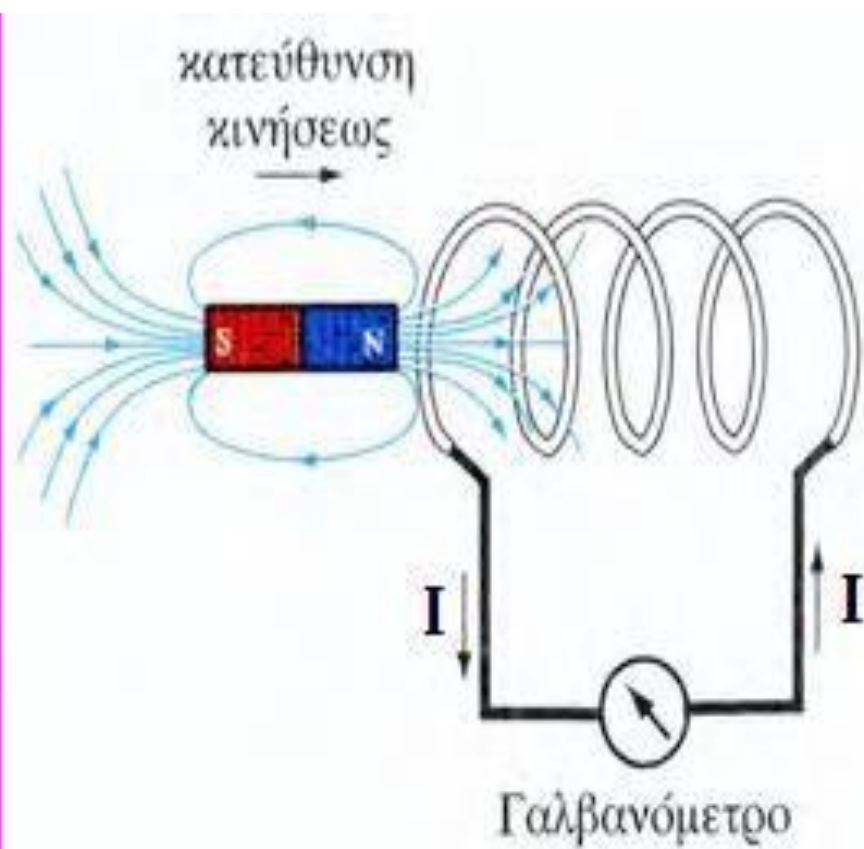
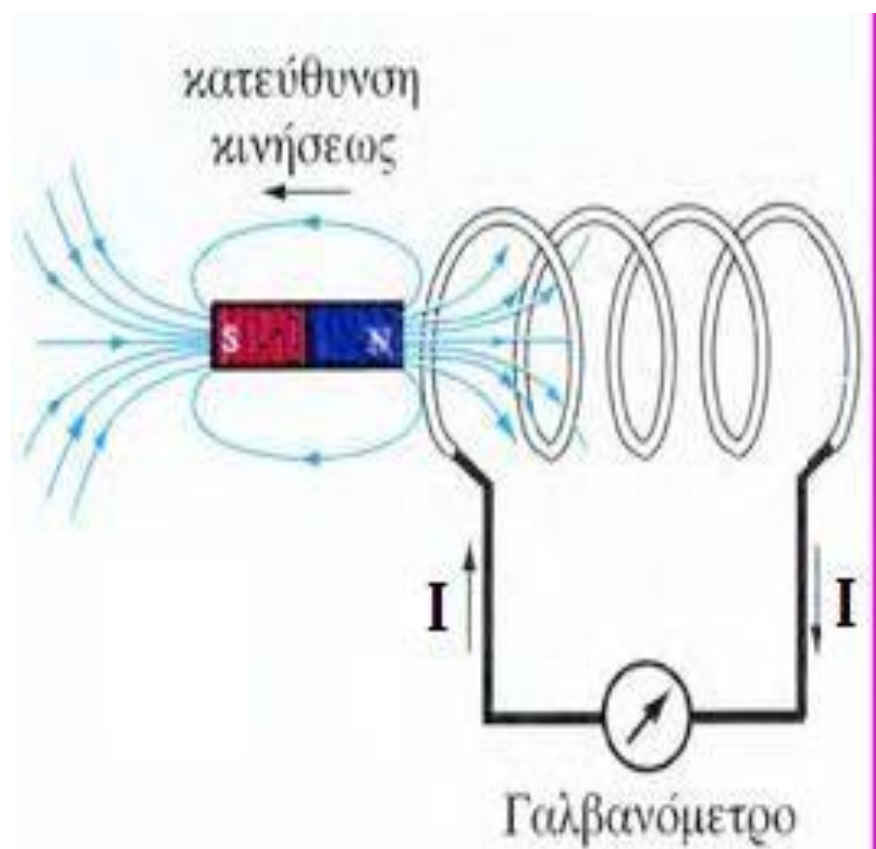
- Εκτός από την απλή ένδειξη ύπαρξης ρεύματος σε ένα κύκλωμα, πάντα για χαμηλές τάσεις, το γαλβανόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως όργανο μέτρησης έντασης ρεύματος (αμπερόμετρο) ή διαφοράς δυναμικού (βολτόμετρο), ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσής του στο κύκλωμα και τη βαθμολόγηση της κλίμακάς του.





## *Πείραμα*

- Αν **απομακρύνουμε** τον μαγνήτη από το πηνίο, το γαλβανόμετρο θα δείξει ότι από το πηνίο πέρασε ρεύμα κατά μια ορισμένη φορά!
- Αν **πλησιάζουμε** τον μαγνήτη στο πηνίο, το γαλβανόμετρο θα δείξει ότι πέρασε ρεύμα από το πηνίο με αντίθετη φορά από ότι προηγουμένως!
- Η εμφάνιση ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το πηνίο, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι αναπτύχθηκε στο πηνίο μια ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ).

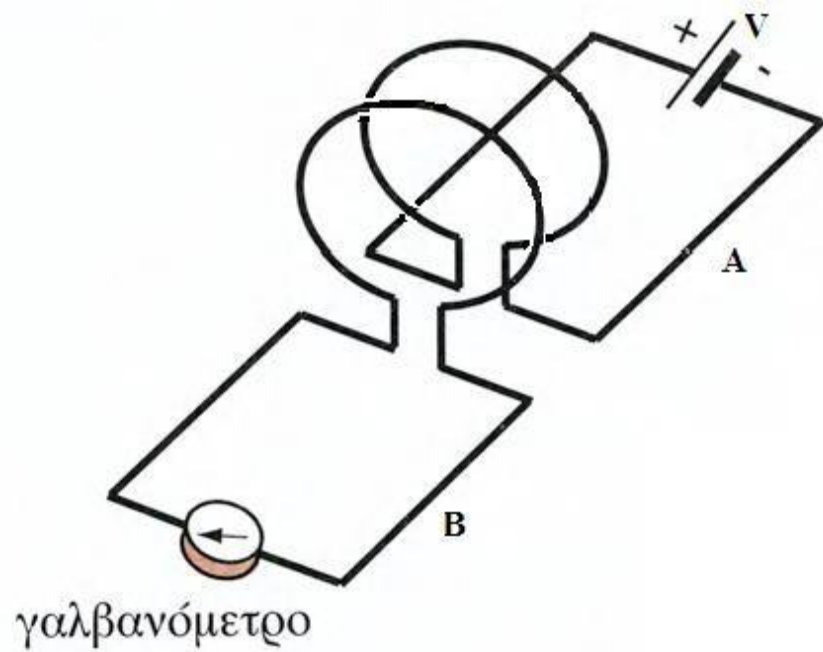


## *ΗΕΔ εξ επαγωγής*

- Ένα **μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο** προκαλεί την εμφάνιση **ΗΕΔ εξ επαγωγής** στα ηλεκτρικά κυκλώματα που διαρρέονται από την μαγνητική ροή του μαγνητικού πεδίου.
- Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **ηλεκτρομαγνητική επαγωγή**.



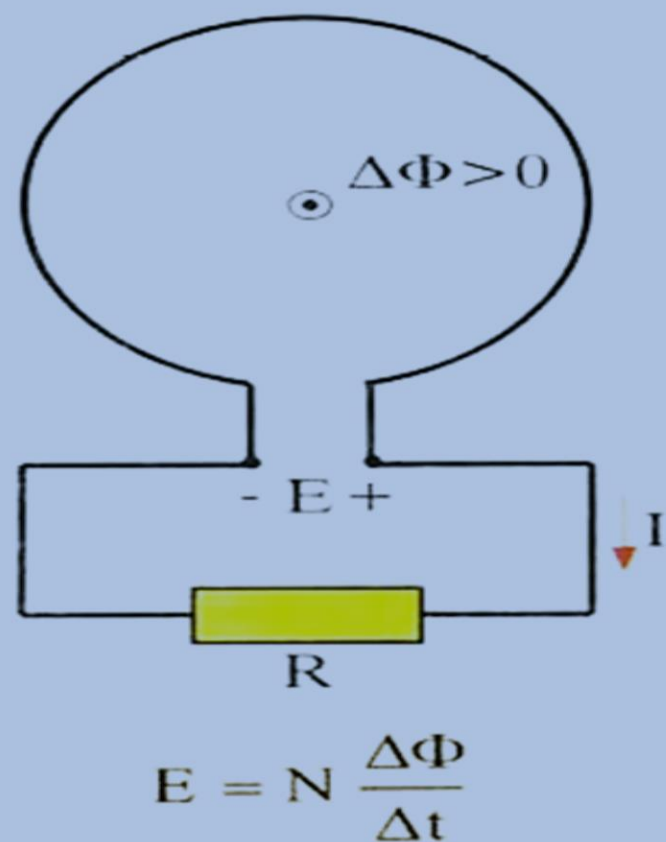
# ΕΡΩΤΗΣΗ



- Πότε θα αλλάξει η ένδειξη του γαλβανομέτρου?
- η ένδειξη του γαλβανόμετρου θα αλλάξει, αν το κύκλωμα A προσεγγίσει το κύκλωμα B
- η ένδειξη του γαλβανόμετρου θα αλλάξει, αν το κύκλωμα A απομακρυνθεί από το κύκλωμα B
- η ένδειξη του γαλβανόμετρου θα παραμείνει αμετάβλητη, αν τα κυκλώματα A και B είναι σταθερά ως προς τη μεταξύ τους θέση

## *Νόμος του Faraday*

- Η ΗΕΔ  $\mathbf{E}$  που αναπτύσσεται εξ επαγωγής είναι ανάλογη του ρυθμού μεταβολής της μαγνητικής ροής ( $\Delta\Phi/\Delta t$ ) και των σπειρών  $\mathbf{N}$  του πηνίου.
- Επομένως αν το  $\Delta\Phi/\Delta t$  μεταβάλλεται απότομα (απότομη κίνηση του μαγνήτη) θα εμφανίζεται μεγάλη ΗΕΔ, ενώ αν μεταβάλλεται αργά θα εμφανίζεται μικρή ΗΕΔ.



## *Κανόνας του Lenz*

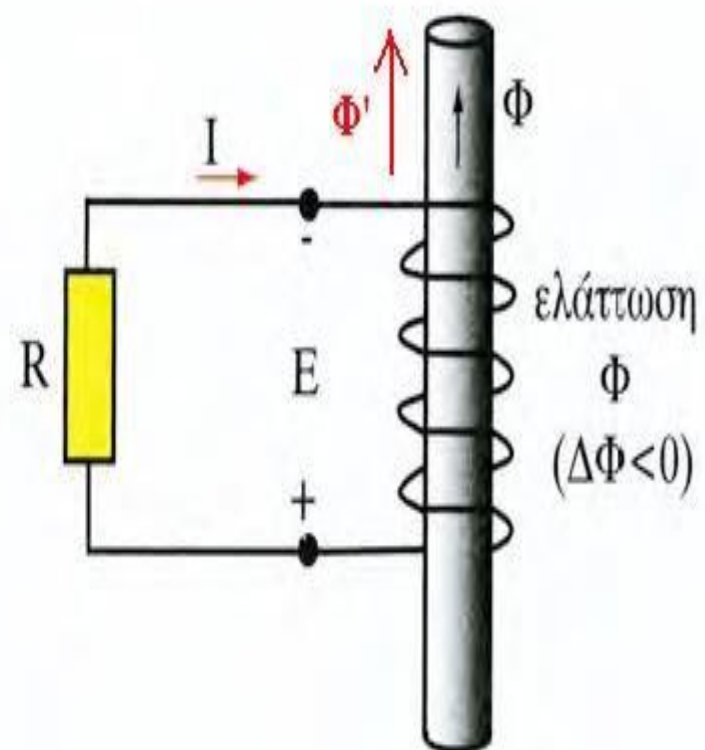
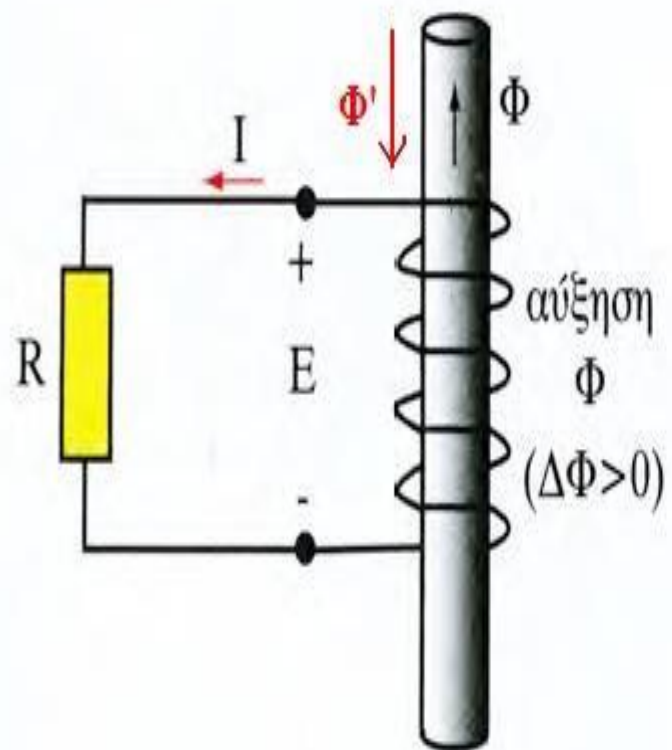
- Η αναπτυσσόμενη ΗΕΔ εξ επαγωγής σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα έχει φορά τέτοια, ώστε να **εμποδίζει** τη μεταβολή της μαγνητικής ροής που εμπλέκει το κύκλωμα. Δηλαδή το επαγόμενο ρεύμα έχει τη φορά που αναιρεί το αίτιο που το προκάλεσε.
- Όταν κινούμε τον μαγνήτη **από ή προς** το πηνίο, τότε το επαγόμενο ρεύμα δημιουργεί ένα πεδίο που ασκεί **ελκτική ή απωστική** αντίστοιχα δύναμη στον μαγνήτη.



## *Κανόνας του Lenz*

- Όταν η μαγνητική ροή  $\Phi$  **αυξάνεται** ( $\Delta\Phi > 0$ ), η αναπτυσσόμενη ΗΕΔ εξ επαγωγής θα δημιουργήσει ένα ρεύμα  $I$  με φορά κατάλληλη, ώστε να προκαλέσει ένα μαγνητικό πεδίο που θα **μειώσει** κατά  $\Phi'$  την αυξανόμενη μαγνητική ροή  $\Phi$ .
- Αν η μαγνητική ροή **μειώνεται** ( $\Delta\Phi < 0$ ), η ΗΕΔ εξ επαγωγής θα δημιουργήσει ένα ρεύμα με κατάλληλη φορά, ώστε το μαγνητικό πεδίο να **ενισχύσει** κατά  $\Phi'$  την μειούμενη μαγνητική ροή  $\Phi$ .





## Αυτεπαγωγή

- **Αυτεπαγωγή** είναι η εμφάνιση ΗΕΔ σε ένα κύκλωμα που οφείλεται στη μεταβολή του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το ίδιο το κύκλωμα.
- Το μέγεθος που χαρακτηρίζει την αυτεπαγωγή είναι ο **συντελεστής αυτεπαγωγής L** (Henry). Αν το ρεύμα μεταβληθεί κατά  $\Delta I$  μέσα σε χρόνο  $\Delta t$ , τότε η αναπτυσσόμενη ΗΕΔ από αυτεπαγωγή είναι:

$$E = L \frac{I_2 - I_1}{t_2 - t_1} = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

## Συντελεστής αυτεπαγωγής

- Μονάδα μέτρησης: 1**Henry** (Ανρί) = Wb/A
- Ο συντελεστής αυτεπαγωγής  $L$  μπορεί να υπολογιστεί από τον αριθμό σπειρών  $N$ , την μαγνητική διαπερατότητα  $\mu$ , τη διατομή  $S$  και το μήκος  $\ell$  του μαγνητικού κυκλώματος:

$$L = \frac{N^2 \cdot \mu \cdot S}{\ell}$$



## **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

### **ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ**

- 1) Δύο όμοιοι αγωγοί κινούνται κάθετα προς τις μαγνητικές γραμμές ενός μαγνητικού πεδίου. Αν ο πρώτος αγωγός κινείται με διπλάσια ταχύτητα από τον δεύτερο αγωγό, τότε
  - α) τι θα συμβεί στον πρώτο αγωγό σε σχέση με τον δεύτερο αγωγό;
  - β) σε ποιον αγωγό θα εμφανιστεί μεγαλύτερη ΗΕΔ;
- 2) Αν σε ένα πηνίο με 100 σπείρες, η μαγνητική ροή που περνά μέσα από κάθε σπείρα μεταβάλλεται κατά  $0,002\text{Wb}$  σε χρόνο  $0,01\text{sec}$ , τότε πόση είναι η ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο πηνίο σε Volt;

### **ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

1. Ένα πηνίο με 20 σπείρες και διατομή  $50\text{cm}^2$  βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με μαγνητική επαγωγή  $B_1=120 \cdot 10^{-4}\text{T}$  και κάθετα προς τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου.
  - α) Πόση είναι η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πηνίο ;
  - β) Αν μέσα σε χρονικό διάστημα  $\Delta t=0,1\text{sec}$  η μαγνητική επαγωγή γίνει  $B_2=0\text{T}$  ποια θα είναι η μαγνητική ροή και ποια η ΗΕΔ στα άκρα του πηνίου;
2. Ένα πηνίο έχει 200 σπείρες, διατομή  $6\text{cm}^2$ , σιδερένιο πυρήνα μαγνητικής διαπερατότητας  $\mu=0,01\text{H/m}$  και μήκος  $L=24\text{cm}$ .
  - α) Ποιος είναι ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου ;
  - β) Αν μέσα από το πηνίο περνά ρεύμα  $I_1=5\text{A}$  και μέσα σε χρονικό διάστημα  $\Delta t=0,01\text{sec}$  το ρεύμα γίνει  $I_2=0\text{A}$ , ποια θα είναι η ΗΕΔ στα άκρα του πηνίου;
3. Το ρεύμα που περνά από ένα πηνίο μεταβάλλεται κατά  $20\text{A}$  μέσα σε χρονικό διάστημα  $0,02\text{sec}$ . Αν ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου είναι  $0,1\text{H}$  ποια είναι η ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο πηνίο;

4. Το ρεύμα που περνά από ένα πηνίο μεταβάλλεται κατά 32A μέσα σε χρονικό διάστημα 0,02sec και αναπτύσσεται στο πηνίο ΗΕΔ από αυτεπαγωγή 96V. Πόσος είναι ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου;