

# ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΕΠΑΛ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

### ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A) ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ OERSTED

B) ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΡΕΥΜΑΤΟΦΟΡΩΝ  
ΑΓΩΓΩΝ

B1) ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

B2) ΚΥΚΛΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

B3) ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΕΣ

Γ) ΔΥΝΑΜΗ LAPLACE

→ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

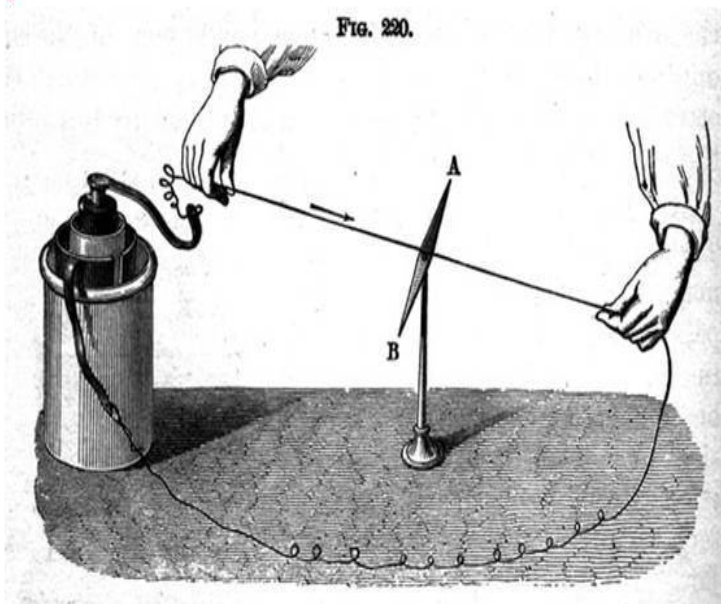
## Α) ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ OERSTED (1820)

### Το πείραμα του Oersted

Το 1820 ο Δανός φυσικός Hans Christian Oersted κάνοντας πειράματα με τον ηλεκτρισμό σε ένα μάθημα, έκανε τυχαία μια μεγάλη ανακάλυψη.

Η μαγνητική βελόνα μιας πυξίδας, που είχε ξεχάσει κοντά σ' έναν αγωγό, μετακινήθηκε, όταν μέσα από τον αγωγό άρχισε να ρέει ηλεκτρικό ρεύμα.

Από την παρατήρηση αυτή προέκυψε η σύνδεση του ηλεκτρικού ρεύματος με το μαγνητισμό.



Αυτή η ανακάλυψη επηρέασε καθοριστικά την εξέλιξη της φυσικής αλλά και τις τεχνολογίας

[Video](#)

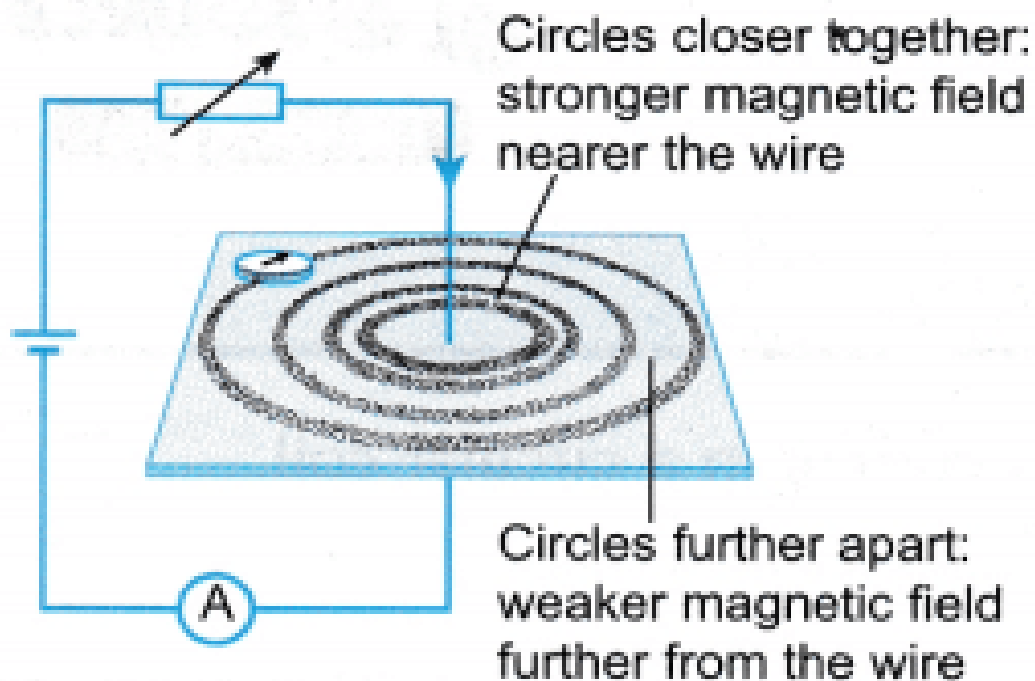
### ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

- Ο ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ Ο ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΚΑΤΙ ΞΕΧΩΡΙΣΤΟ ΑΛΛΑ ΟΙ ΔΥΟ ΟΥΣΕΙΣ ΕΝΟΣ ΕΥΡΥΤΕΡΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ
- Το 1802 ο *Gian Dominico Romagnosi*, Ιταλός δικηγόρος και με ενδιαφέρον για τον «νεαρό» τότε ηλεκτρισμό είχε παρατηρήσει το φαινόμενο. Όμως το δημοσίευσε στις εσωτερικές σελίδες της εφημερίδας *Gazetta de Trentino* σε σημείο επιστολών από τους αναγνώστες. Έτσι η πολύ ενδιαφέρουσα παρατήρησή του δεν έγινε ευρύτερα και εγκαίρως γνωστή.

## Β) ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ ΡΕΥΜΑΤΟΦΟΡΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

Παρότι το πείραμα του Oersted απέδειξε ότι κάθε ρευματοφόρος αγωγός δημιουργεί μαγνητικό πεδίο γύρω του, μόνο αν το σχήμα του αγωγού έχει απλή γεωμετρία το μαγνητικό πεδίο έχει απλή μορφή.

### Β1) ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ ΑΓΩΓΟΣ



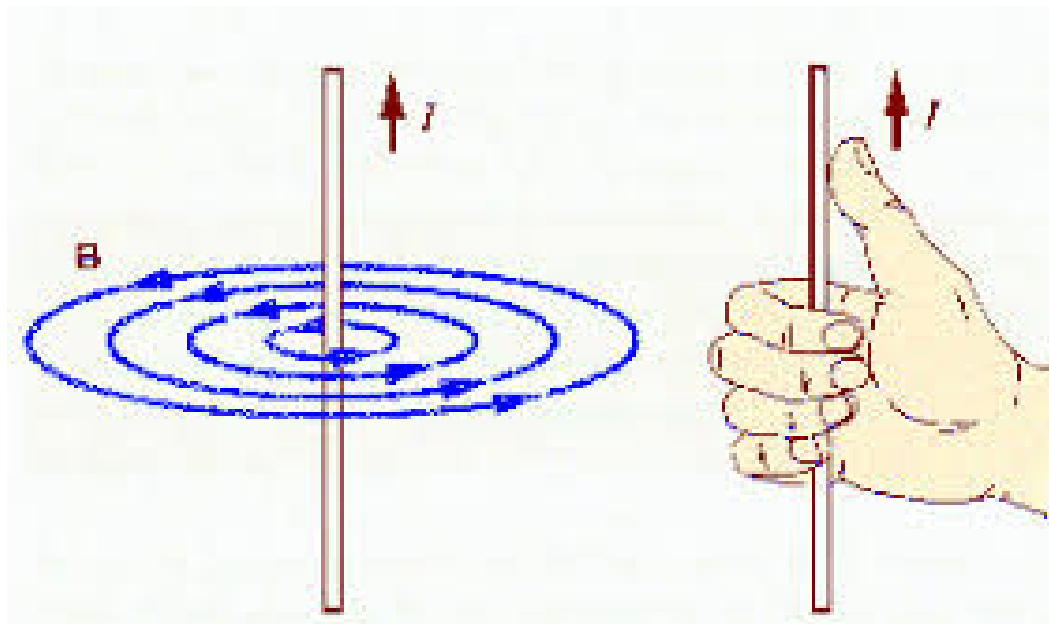
Στον ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό το μαγνητικό πεδίο έχει την μορφή ομόκεντρων κύκλων σε επίπεδο το οποίο είναι κάθετο προς τον αγωγό. Η τιμή της έντασης  $B$  του μαγνητικού πεδίου (σε Tesla) είναι :

$$B = K_{\mu} \frac{2I}{r}, \quad I : \text{ένταση ρεύματος (A)},$$

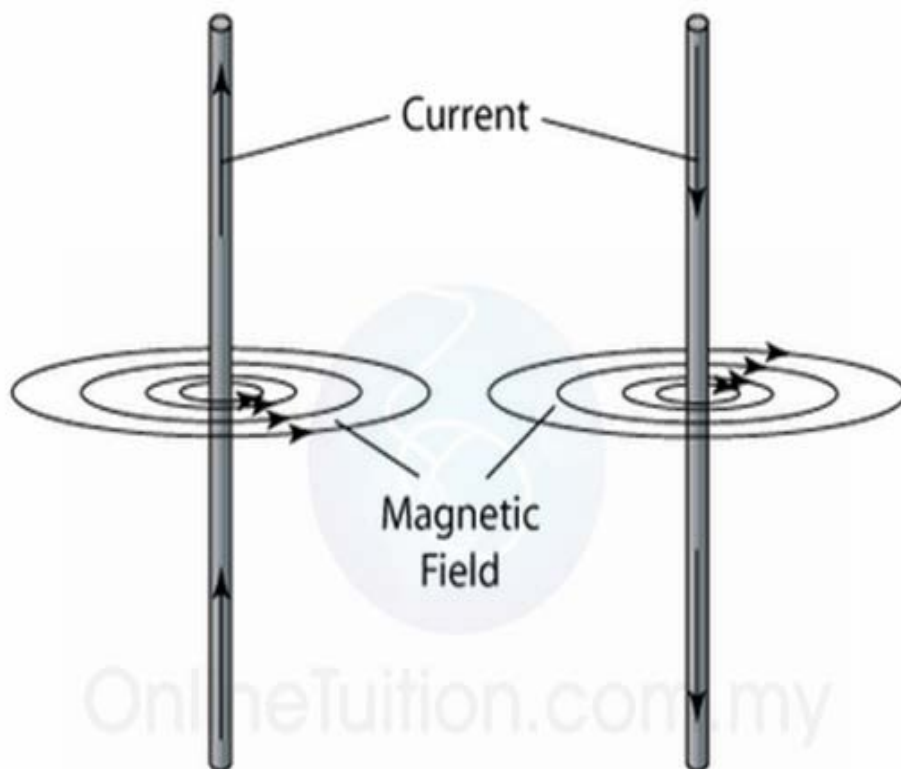
$r$  : απόσταση από τον αγωγό (σε μέτρα)

$K_{\mu} = 10^{-7} \text{ N/A}^2, \text{ σταθερά μαγνητισμού}$

Η φορά των δυναμικών γραμμών, και συνεπώς και του μαγνητικού πεδίου δίνεται από τον κανόνα του δεξιού χεριού που φαίνεται στα επόμενα σχήματα.



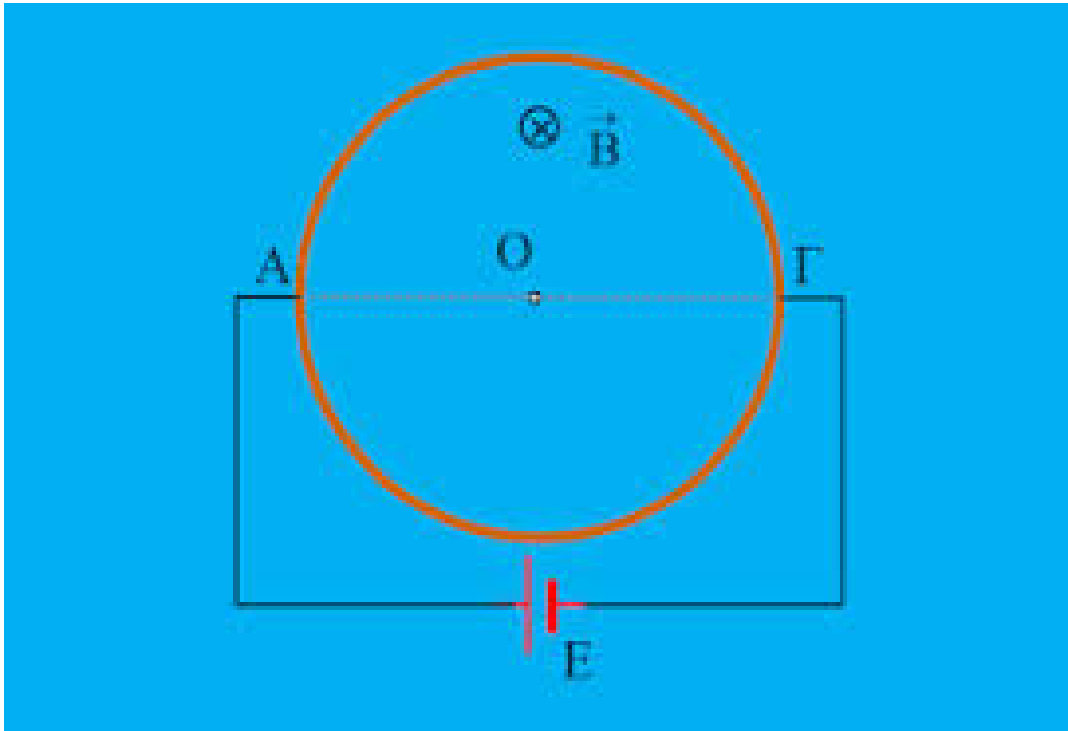
Αν βάλουμε τον **αντίχειρα** του **δεξιού** χεριού μας στην φορά του ρεύματος, η φορά των άλλων τεσσάρων δακτύλων δείχνει την φορά των δυναμικών γραμμών.



Field Pattern of Straight Wire

## B2) ΚΥΚΛΙΚΟΣ ΑΓΩΓΟΣ

Στον κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό το πεδίο βρίσκεται με απλή μαθηματική μορφή για το κέντρο του κύκλου.



Η τιμή της έντασης  $B$  του μαγνητικού πεδίου (σε Tesla) είναι :

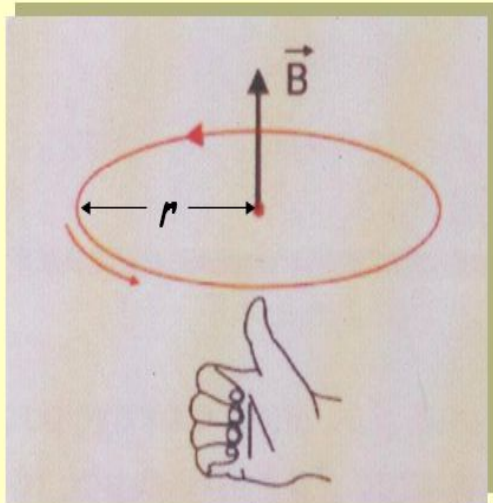
$$B = K_{\mu} \frac{2\pi I}{r}, \quad I : \text{ένταση ρεύματος (A)},$$

$r$  : ακτίνα του κυκλικού αγωγού (σε μέτρα)

$K_{\mu} = 10^{-7} \text{ N/A}^2, \text{ σταθερά μαγνητισμού}$

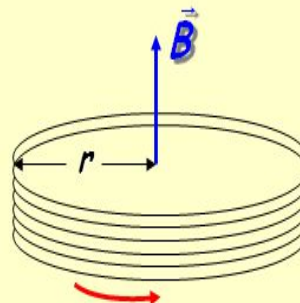
Η τιμή της έντασης  $B$  του μαγνητικού πεδίου (σε Tesla) αν έχουμε συγκεκριμένη τιμή του  $I$ , είναι τόσο πιο μεγάλη όσο πιο μικρό είναι το  $r$ , δηλαδή όσο ο κυκλικός αγωγός είναι πιο μικρός,

Για να βρούμε τη φορά των δυναμικών γραμμών, άρα και της έντασης του μαγνητικού πεδίου σ' ένα σημείο, χρησιμοποιούμε τον κανόνα του δεξιού χεριού.



Στο κέντρο του κυκλικού αγωγού, η ένταση του πεδίου έχει μέτρο

$$B = k_{\mu} \frac{2\pi I}{r}$$



Αν ο αγωγός αποτελείται από N σύρματα, τότε η ένταση γίνεται

$$B = k_{\mu} \frac{2\pi I}{r} N$$

Μερκ. Παναγιωτόπουλος-Φυσικός  
www.merkopanas.blogspot.gr

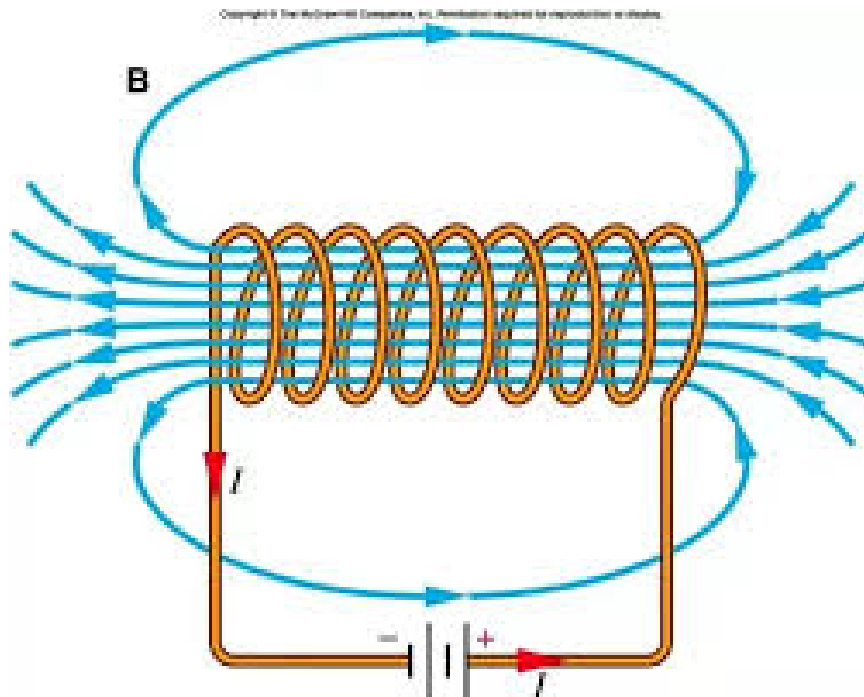
8

Σημειώστε ότι σε **αντίθεση** με την τεχνική που ισχύει για τον ευθύγραμμο αγωγό, στον κυκλικό αγωγό θα πρέπει τα τέσσερα δάκτυλα του **δεξιού** χεριού μας χεριού να δείχνουν στην φορά του ρεύματος, οπότε τότε ο **αντίχειρας** δείχνει την φορά του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του.

### B3) ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΕΣ (ΠΗΝΙΟ)

Είναι η πιο χρησιμοποιούμενη διάταξη ρευματοφόρου αγωγού για δημιουργία μαγνητικού πεδίου. Αυτό οφείλεται σε δύο αιτίες

- Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται είναι πολύ πιο μεγάλο σε σχέση με τις δύο προηγούμενες διατάξεις ρευματοφόρων αγωγών
- Το μαγνητικό πεδίο είναι ομογενές στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.



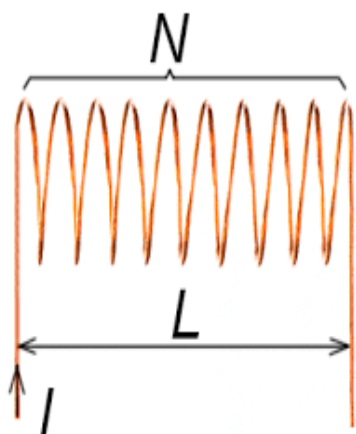
Η τιμή της έντασης  $B$  του μαγνητικού πεδίου (σε Tesla) είναι :

$$B = 4\pi K_{\mu} \frac{IN}{L}, \quad I : \text{ένταση ρεύματος (A)},$$

$L$  : μήκος του σωληνοειδούς (σε μέτρα),

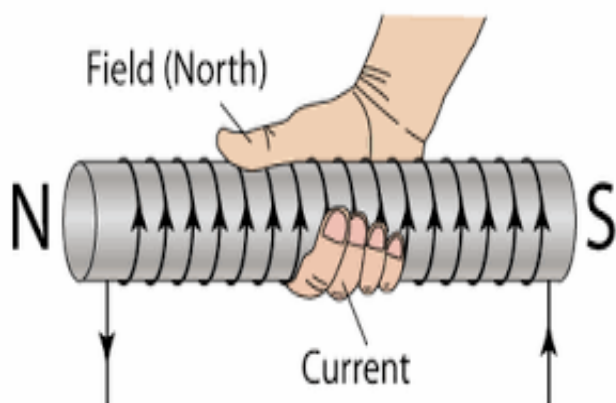
$N$  : αριθμός σπειρών σωληνοειδούς

$K_{\mu} = 10^{-7} \text{ N/A}^2, \text{ σταθερά μαγνητισμού}$

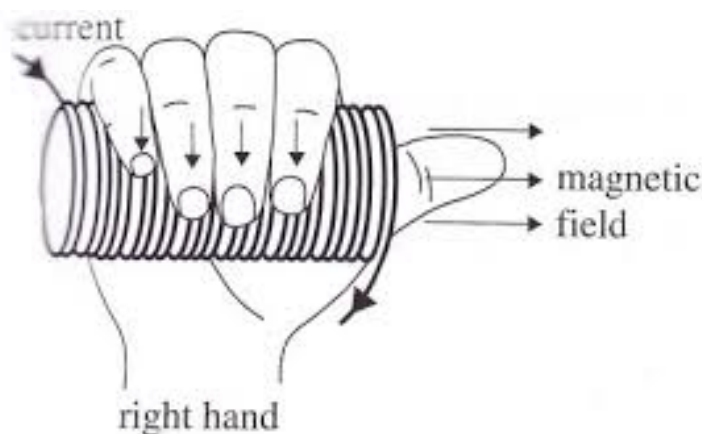


Το μαγνητικό πεδίο γίνεται όλο και πιο μεγάλο όσο ο αριθμός των σπειρών  $N$  είναι πιο μεγάλος για συγκεκριμένο μήκος  $L$ . Δηλαδή για όσο πιο πυκνές είναι ή ισοδύναμα πιο « στριμωγμένες » .

Η φορά του μαγνητικού πεδίου προσδιορίζεται και πάλι από τον κανόνα του δεξιού χεριού που φαίνεται στα επόμενα σχήματα.

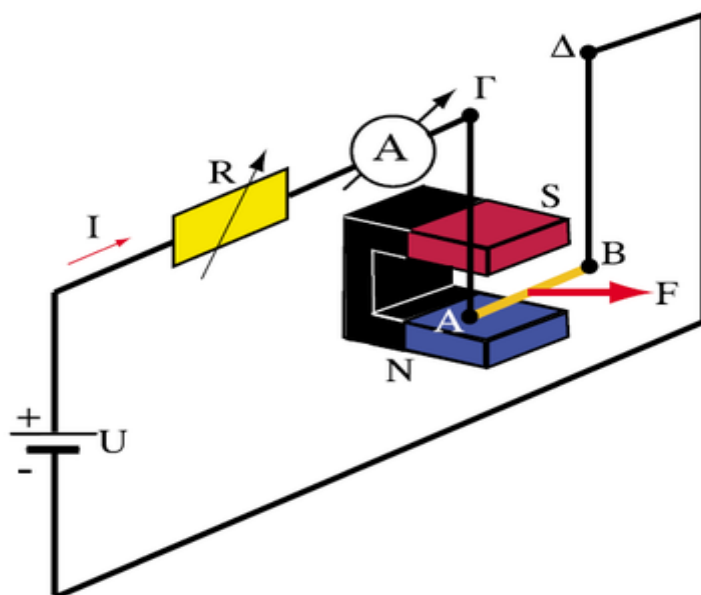


Κάμπουμε τα τέσσερα δάκτυλα του δεξιού χεριού με την φορά κατά την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα κινείται στις σπείρες του σωληνοειδές. Ο αντίχειρας δείχνει την φορά του μαγνητικού πεδίου.



## Γ) ΔΥΝΑΜΗ LAPLACE

Είναι στην ουσία το αντίστροφο φαινόμενο του πειράματος του Oersted. Στο εν λόγω φαινόμενο κάθε ρευματοφόρος αγωγός ο οποίος βρίσκεται σε χώρο που υπάρχει μαγνητικό πεδίο, δέχεται δύναμη από το πεδίο αυτό.



Το μέτρο  $F$  της δύναμης Laplace δίνεται από την σχέση :

$$F = B \cdot I \cdot L \cdot \eta \mu \theta$$

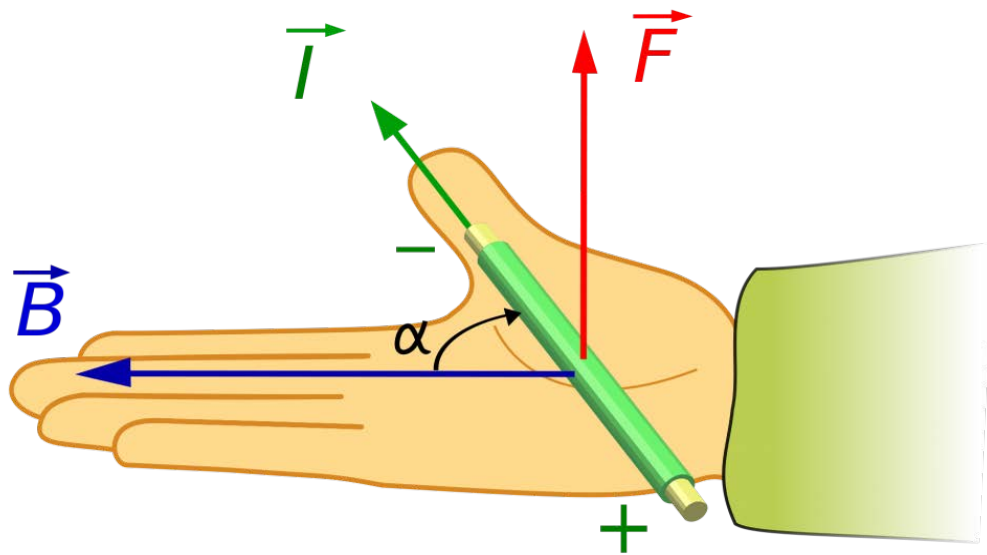
Όπου :

- $B$  : η ένταση του μαγνητικού πεδίου (Tesla)
- $I$  : η ένταση του ρεύματος (Ampere)
- $L$  : το μήκος του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο.
- $\theta$  : η γωνία που σχηματίζει η κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου με την διεύθυνση του αγωγού.

Στην απλούστερη περίπτωση που ο αγωγός είναι κάθετος στο μαγνητικό πεδίο η σχέση γίνεται :

$$F = B \cdot I \cdot L$$

Η κατεύθυνση της δύναμης προσδιορίζεται και πάλι από τον κανόνα του δεξιού χεριού όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα :



Ανοίγουμε το δεξί μας χέρι ώστε τα τέσσερα δάκτυλα να δείχνουν την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου ( $B$ ), ενώ ο αντίχειρας δείχνει την κατεύθυνση του ρεύματος ( $I$ ). Τότε η ανοικτή παλάμη δείχνει την κατεύθυνση της δύναμης ( $F$ ).

→ Το πείραμα του Oersted (1820), καθώς και η δύναμη Laplace (1822) ήταν τα πρώτα βήματα προς την ενοποίηση του ηλεκτρομαγνητισμού, κάτι που έγινε πιο εμφανές με το νόμο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής (1831) και τελικά ολοκληρώθηκε το 1864 με τις εξισώσεις του Maxwell.



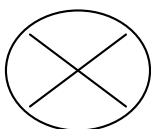
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ + ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ → ΕΝΟΠΟΙΗΣΗ

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

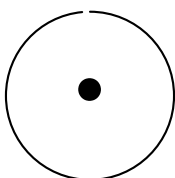
Στις ασκήσεις εφαρμόζονται όσα αναφέρονται στην θεωρία:

→ Το τυπολόγιο για τα μαγνητικά πεδία και για την δύναμη Laplace. Επίσης ο κανόνας του δεξιού χεριού και για την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου και για την φορά της δύναμης Laplace

### ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΑ ΕΠΙΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΑ :



Το σχήμα αυτό υποδηλώνει μέγεθος με κατεύθυνση προς τα μέσα της σελίδας. Δηλαδή κατεύθυνση που ξεκινά από το μάτι μας, « τρυπάει » το επίπεδο της σελίδας και βγαίνει στην πίσω μεριά της. Άρα « τρυπάει προς τα μέσα »



Το σχήμα αυτό υποδηλώνει μέγεθος με κατεύθυνση προς τα έξω της σελίδας. Δηλαδή κατεύθυνση που ξεκινά από την σελίδα και έρχεται προς το μάτι μας (« τρυπάει προς τα έξω » )

→ Τα μεγέθη εκφράζονται στο διεθνές σύστημα μονάδων. Συνεπώς :

$B$  : σε Tesla,  $I$  : σε Ampere,  $F$  : Newton

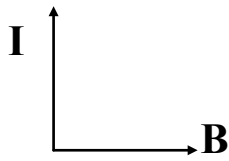
αποστάσεις : m

$K_\mu = 10^{-7} \text{ N/A}^2$ , σταθερά μαγνητισμού

- A1)** Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μήκους  $L = 0,5 \text{ m}$  βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο εντάσεως  $B = 0,6 \text{ T}$ . Αν αυτός ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα εντάσεως  $I = 3 \text{ A}$ , και είναι κάθετος στο μαγνητικό πεδίο να βρεθεί το μέτρο της δύναμης Laplace.
- A2)** Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μήκους  $L = 0,5 \text{ m}$  βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο εντάσεως  $B = 0,9 \text{ T}$ , κάθετα στις δυναμικές του γραμμές. Η δύναμη που ασκείται στον αγωγό είναι ίση με  $F = 0,9 \text{ N}$ . Να βρεθεί η τιμή της έντασης  $I$  του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.

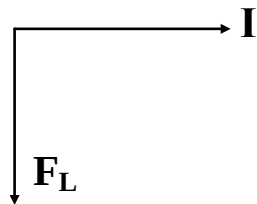
**A3)** Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός μήκους  $L = 1 \text{ m}$  βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό κάθετα στο μαγνητικό πεδίο. Αν η δύναμη που ασκείται στον αγωγό είναι ίση με  $F_L = 0,5 \text{ N}$ , και η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει είναι ίση με  $I = 4 \text{ A}$ , να βρεθεί η τιμή της έντασης  $B$  του μαγνητικού πεδίου.

**A4)**



Με βάση το διπλανό σχήμα να βρεθεί η τιμή και η φορά της δύναμης Laplace αν ο διπλανός αγωγός έχει μήκος  $L = 2 \text{ m}$  το μαγνητικό πεδίο έχει τιμή  $B = 1,2 \text{ T}$ , και το ηλεκτρικό ρεύμα έχει τιμή  $I = 4 \text{ A}$ .

**A5)**



Ο αγωγός του διπλανού σχήματος, δέχεται δύναμη ίση με  $F = 1,5 \text{ N}$  και φορά προς τα κάτω. Αν το μήκος του είναι  $L = 0,5 \text{ m}$  και το ρεύμα που τον διαρρέει είναι  $I = 2 \text{ A}$  να βρεθεί το μέτρο και η φορά του μαγνητικού πεδίου  $B$ , αν ο αγωγός είναι κάθετος στο πεδίο.

**A6)** Ένα σωληνοειδές έχει μήκος  $L = 20 \text{ cm}$  και στο εσωτερικό του έχει μαγνητικό πεδίο εντάσεως  $B = \pi \cdot 10^{-2} \text{ T}$ . Αν το ρεύμα που το διαρρέει είναι  $I = 2 \text{ A}$ , να βρεθεί ο αριθμός των σπειρών του.

**A7)** Σωληνοειδές έχει μήκος  $L = 40 \text{ cm}$ , και διαρρέεται από  $I = 5 \text{ A}$ . Ο αριθμός των σπειρών του είναι ίσος με  $N = 1200$ .

- Να βρεθεί η ένταση  $B$  του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του πηνίου.
- Με κάποιο τρόπο επιμηκύνουμε το πηνίο αυξάνοντας το μήκος του από τα  $40 \text{ cm}$ , στα  $50 \text{ cm}$ . Πόσο θα πρέπει να γίνει το ρεύμα που το διαρρέει έτσι ώστε να μην αλλάξει η τιμή του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του ?

**A8)**



Το σωληνοειδές του διπλανού σχήματος έχει  $N = 1200$  σπείρες και έχει μήκος  $L = 0,5 \text{ m}$ . Αν το ρεύμα που το διαρρέει έχει ένταση  $I = 4 \text{ A}$ , να βρεθεί η τιμή και η φορά της έντασης  $B$  του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό αν το ρεύμα κινείται με την φορά των ρολογιών.

**A9)**

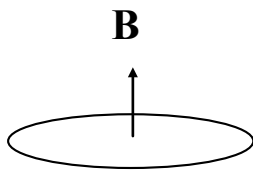


Το σωληνοειδές του διπλανού σχήματος έχει  $N=1000$  σπείρες και έχει μήκος  $L = 0,5 \text{ m}$ . Να υπολογιστεί η τιμή της έντασης  $I$  του ρεύματος που το διαρρέει αν η τιμή της έντασης  $B$  του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του είναι  $B = 4\pi \cdot 10^{-2} \text{ T}$ .

**A10)** Ευθύγραμμος αγωγός πολύ μεγάλου μήκους διαρρέεται από ρεύμα  $I = 5 \text{ A}$ . Να βρεθεί η ένταση  $B$  του μαγνητικού πεδίου σε απόσταση  $r = 0,1 \text{ m}$  από αυτόν.

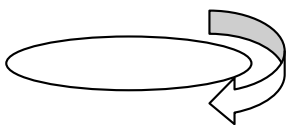
**A11)** Σε πόση απόσταση  $r$  από ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό πολύ μεγάλου μήκους, ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I = 2 \text{ A}$  η ένταση του μαγνητικού πεδίου γίνεται  $B = 10^{-8} \text{ T}$ .

**A12)**



Ο κυκλικός αγωγός του διπλανού σχήματος έχει ακτίνα  $r = 0,1 \cdot \pi \text{ (m)}$  και διαρρέεται από ρεύμα  $I$ . Στο κέντρο του αγωγού σχηματίζει μαγνητικό πεδίο με ένταση  $B = \pi \cdot 10^{-2} \text{ T}$  όπως αυτή του σχήματος. Να υπολογιστεί η τιμή και η φορά της έντασης  $I$  του ρεύματος.

**A13)**



Ο κυκλικός αγωγός του διπλανού σχήματος έχει ακτίνα  $r = 0,5 \cdot \pi \text{ (m)}$  και διαρρέεται από ρεύμα  $I = 3 \text{ A}$  και φορά όπως του σχήματος. Να βρεθεί η τιμή και η φορά της έντασης  $B$  του μαγνητικού πεδίου που σχηματίζεται στο κέντρο του αγωγού.

**A14)** Ένα κυκλικό πλαίσιο αποτελείται από  $N = 20$  σπείρες με ακτίνα  $r = 0,2 \cdot \pi \text{ (m)}$ . Αν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο είναι  $I = 5 \text{ A}$  να βρεθεί η ένταση  $B$  του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του πλαισίου.

**A15)** Ένα κυκλικό πλαίσιο αποτελείται από  $N = 50$  σπείρες με ακτίνα  $r = 0,4 \cdot \pi \text{ (m)}$ . Πόσο ρεύμα  $I$  πρέπει να διαρρέει το πλαίσιο ώστε η τιμή του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του πλαισίου να έχει τιμή  $B = 2\pi \cdot 10^{-4} \text{ T}$