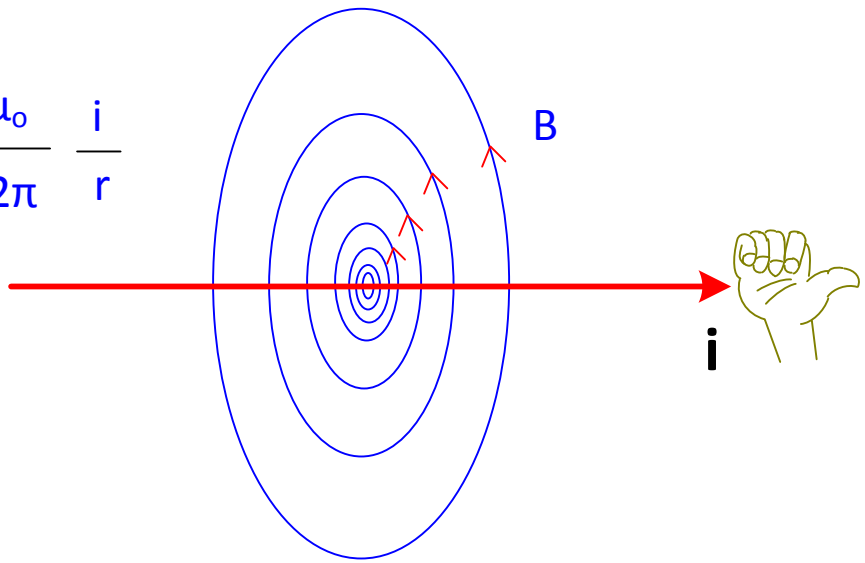
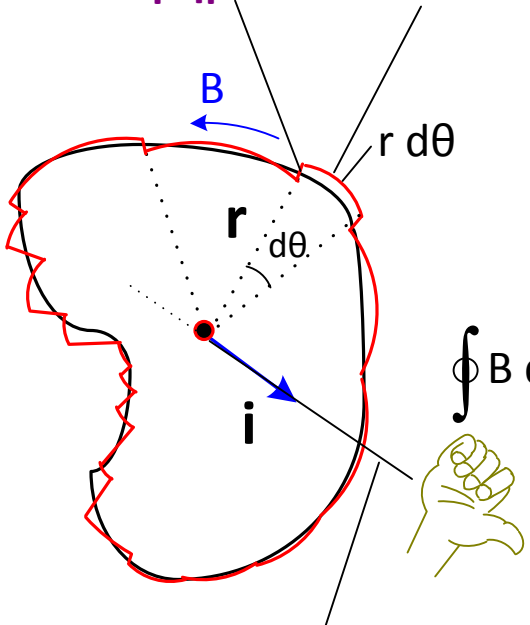


Νόμος Ampere

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r}$$



Τυχαία κλειστή διαδρομή προσεγγίζεται από ακτινικά ευθ. τμήματα και κυκλικά τόξα



$$B \, dl_{\text{ακτινικά}} = 0$$

$$B \, dl_{\text{τόξα}} = B \, r \, d\theta$$

$$\oint B \, dl = \oint B (dl_{\text{ακτ}} + dl_{\text{τοξ}}) = \oint B \, r \, d\theta = \oint \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r} \, r \, d\theta = \frac{\mu_0}{2\pi} i \int_0^{2\pi} d\theta$$

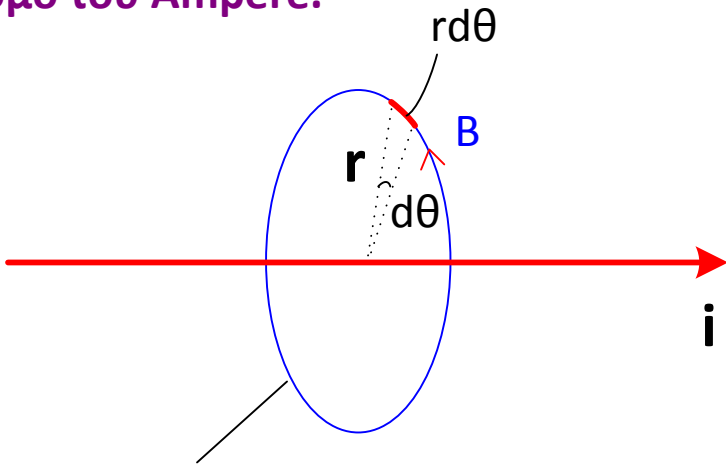
$$\oint B \, dl = \mu_0 i$$

Νόμος Ampere

Το ολοκλήρωμα του B επάνω σε τυχαία κλειστή διαδρομή ισούται με το ρεύμα (i) που διέρχεται μέσα από την διαδρομή επί μ_0

Ο νόμος του Ampere βοηθάει στον υπολογισμό του B κατανομής ρευμάτων με κάποια συμμετρία όπως ο νόμος του Gauss βοηθάει στο υπολογισμό του E κατανομών σημ. φορτίων με κάποια συμμετρία

Να βρεθεί το B λεπτού σύρματος μεγάλου μήκους χρησιμοποιώντας το νόμο του Ampere.



Λόγω συμμετρίας δυν. γραμμές του B δεν είναι:

ακτινικές στον αγωγό δεν πρέπει να ξεκινούν από κάπου ούτε παράλληλες στον αγωγό

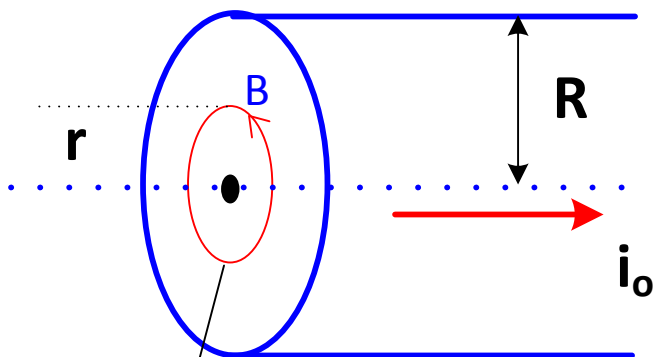
Ο κύκλος (r) κλειστή διαδρομή

Το B είναι ομόκεντροι κύκλοι

$$\oint B dl = \oint B r d\theta = 2\pi r B \quad 2\pi r B = \mu_0 i \quad B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r}$$

Νόμος Ampere

Να βρεθεί το B στο εξωτερικό και στο εσωτερικό σύρματος όπου διέρχεται ρεύμα i με ακτίνα διατομής R και μεγάλου μήκους χρησιμοποιώντας το νόμο του Ampere.



Λόγω συμμετρίας οι δυν. γραμμές του B είναι ομόκεντροι κύκλοι.

Το ρεύμα μέσα από τη διατομή του r

Το ρεύμα μέσα από τη διατομή του R

Ο κύκλος (r) κλειστή διαδρομή

$$\oint B dl = B \oint r d\theta = 2\pi r B = \mu_0 i$$

$$2\pi r B = \mu_0 \frac{i_0 r^2}{R^2}$$

Νόμος Ampere

$$j = \frac{i}{\pi r^2} = \frac{i_0}{\pi R^2}$$

Γιατί J = σταθερό

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i_0 r}{R^2}$$

Για $r < R$

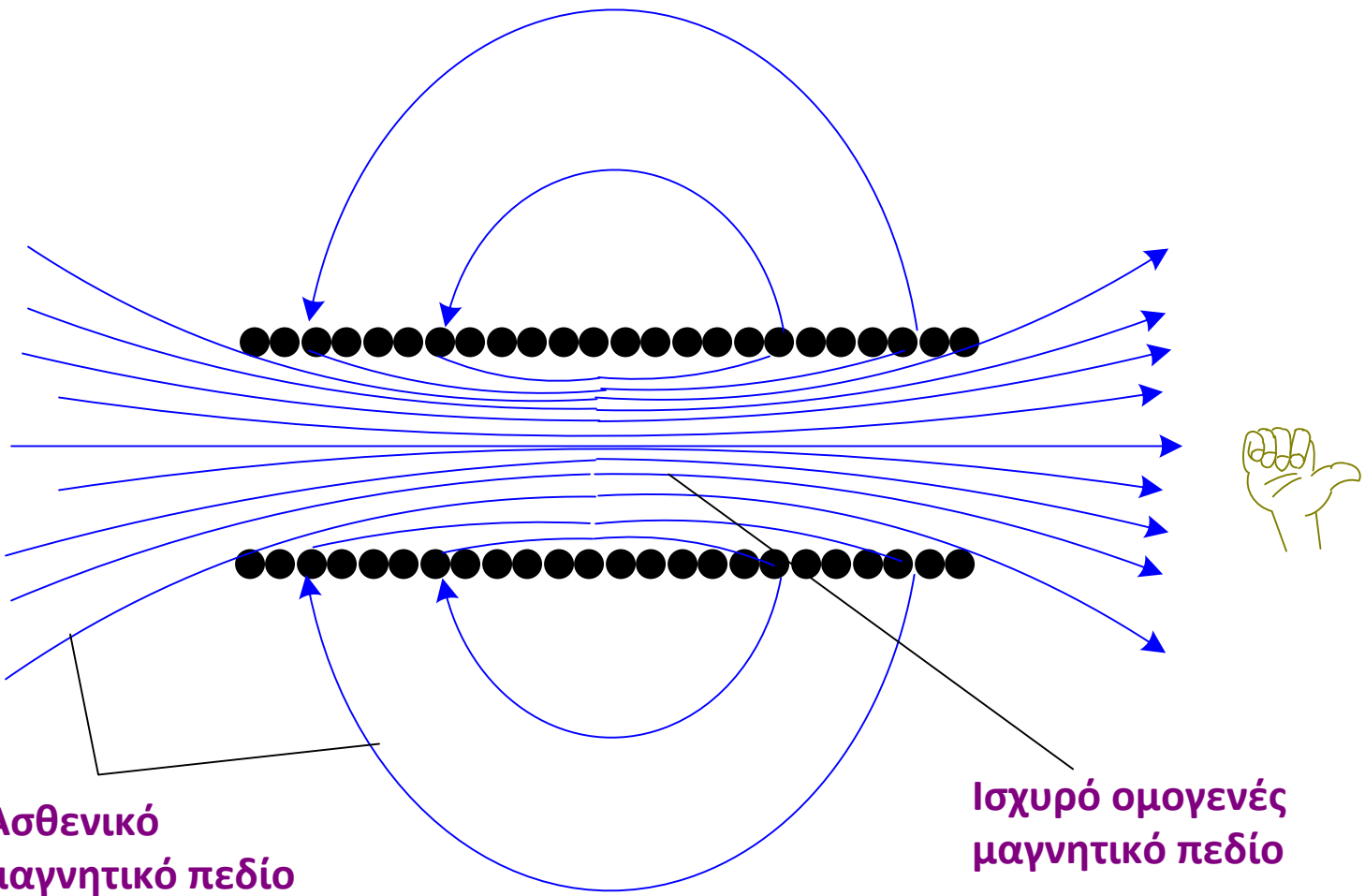
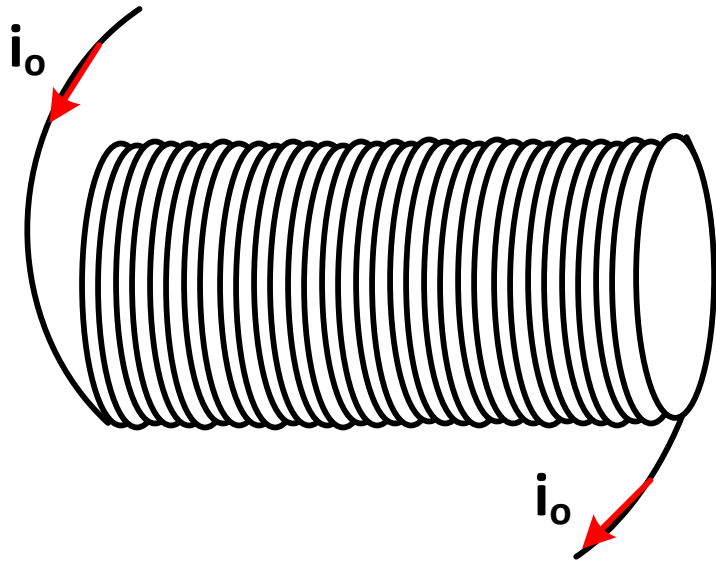
$$B = 0$$

Για $r = 0$

Μέγιστη του B $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{R}$

Για $r = R$

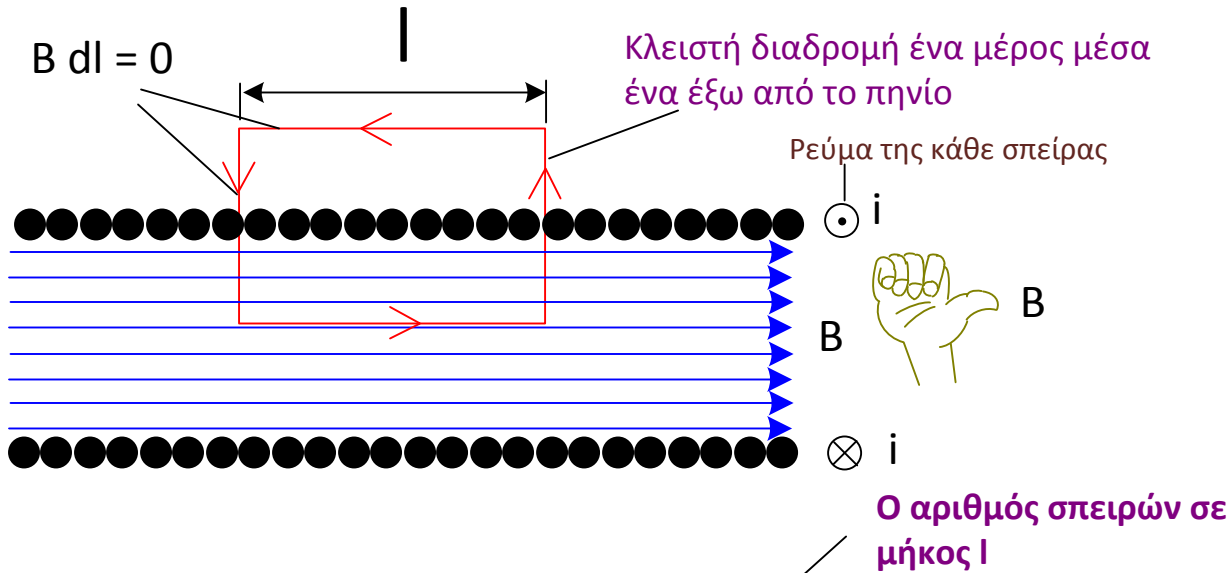
Σωληνοειδή



Μαγνητικό πεδίο σωληνοειδούς

Υπολογίζεται από την υπέρθεση των μαγνητικών πεδίων των κυκλικών δακτυλίων που αποτελείται το σωληνοειδούς

Υπολογισμός μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό σωληνοειδούς



$$\oint B \, dl = B l = \mu_0 i_{\text{ολικό}} = \mu_0 N i$$

Νόμος Ampere

$$B l = \mu_0 N i$$

$$B = \mu_0 i (N / l)$$

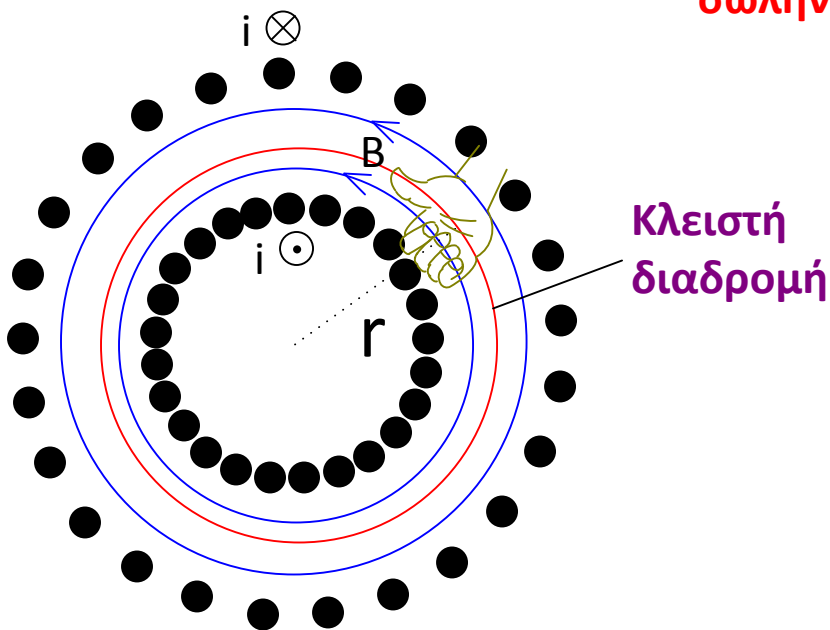
$$n = N / l$$

$$B = \mu_0 i n$$

B ανεξάρτητο της εγκάρσιας απόστασης

Υπολογισμός μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό δακτυλοειδούς σωληνοειδούς (πηνίο)

Ρεύμα της κάθε σπείρας



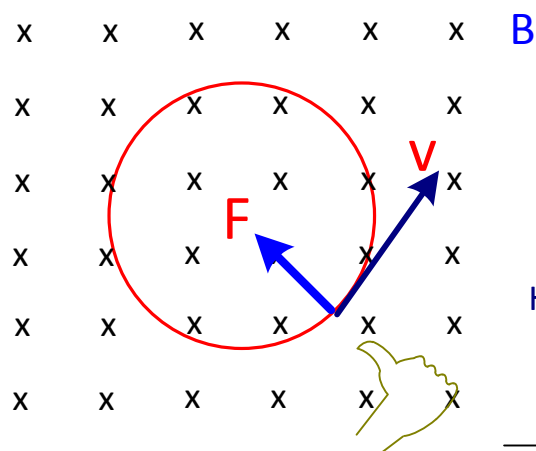
$$\oint B \, dl = 2\pi r B$$

$$2\pi r B = \mu_0 N i \quad \text{Νόμος Ampere}$$

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{N i}{r}$$

Παρόμοιο με το B ευθύγραμμου αγωγού

Κίνηση φορτίων σε ηλεκτρικά και μαγνητικού πεδία.



$$F_{\text{μαγν}} = qv \times B$$

Η F είναι κάθετη στη v και αλλάζει μόνο την διεύθυνσή της

$$\frac{d}{dt} v^2 = \frac{d}{dt} v \cdot v = 2v \frac{dv}{dt} = 2v F/m = 0$$

άρα $a_{\text{επιτροχ}} = 0$

Η F είναι η κεντρομόλος δύναμη της κυκλικής τροχιάς

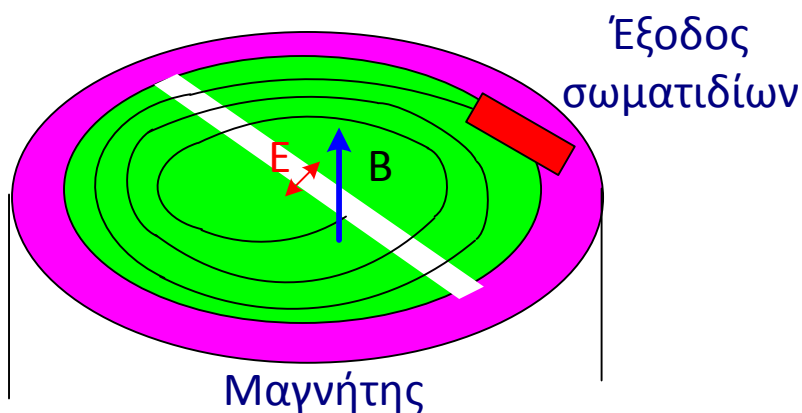
$$a = F/m = qvB/m = \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{mv}{qB} \quad r = \frac{p}{qB}$$

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{qB}{m} \quad v = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{qB}{2\pi m}$$

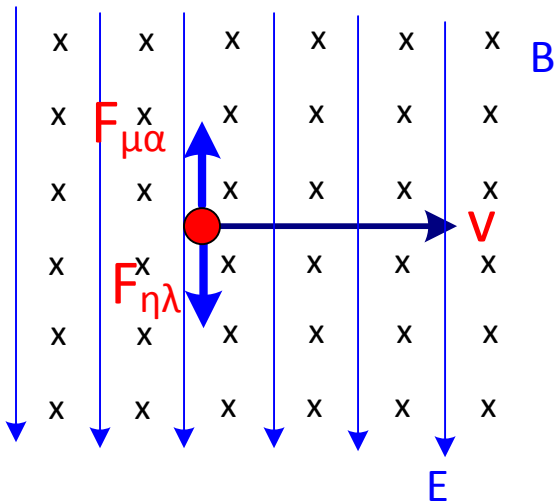
Η συχνότητα είναι ανεξάρτητη της v

Κύκλοτρο



Φορτία κινούμενα σε διασταυρωμένα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία.

Η συνολική δύναμη είναι η δύναμη Lorentz



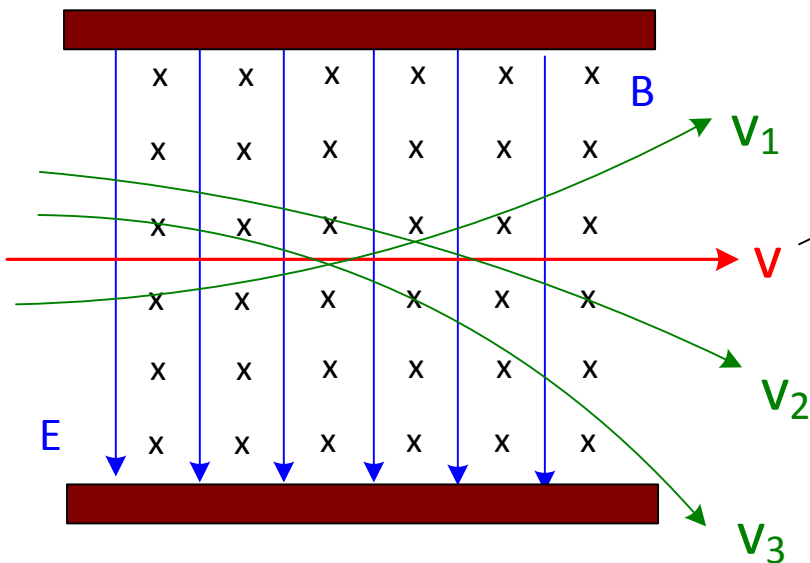
$$F_{\text{Lorentz}} = qE + qv \times B$$

Με κατάλληλη επιλογή των E, B μπορεί να

συμβεί $F_{\text{Lorentz}}=0$: $F_{\mu\alpha} = F_{\eta\lambda}$

ή $qE = qv \times B$

ή $E = vB$



$$v = E / B$$

Τα σωματίδια με αυτή τη ταχύτητα δέχονται συνολική δύναμη Lorentz = 0

μόνο αυτά διέρχονται

Αλλάζοντας το λόγο E/B επιλέγεται άλλη τιμή για τη v που διέρχεται χωρίς απόκλιση κι έτσι βρίσκουμε όλες τις κατανομές των ταχθητών των σωματιδίων μιας δέσμης

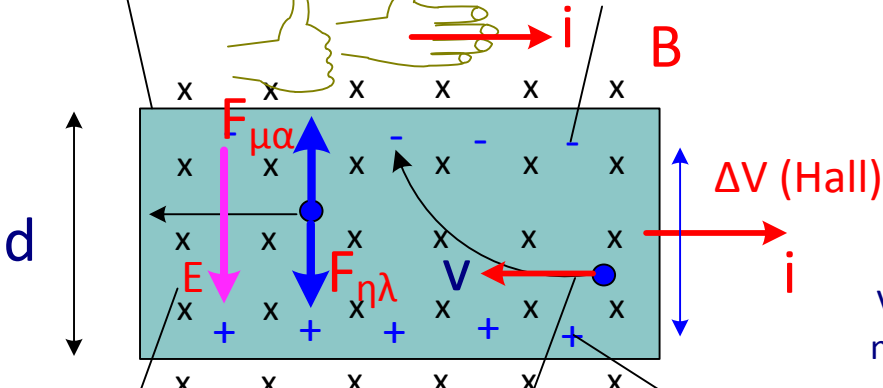
Έτσι μετρήθηκε ο λόγος e/m του ηλεκτρονίου σε καθοδικούς σωλήνες όπου υπήρχαν κάθετα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία

Φαινόμενο Hall

Πολύ σημαντικό φαινόμενο γιατί με βάση αυτό μπορούμε να προσδιορίσουμε το είδος των φορέων του ηλεκτρικού ρεύματος (ηλεκτρόνια ή σπές) και να υπολογίσουμε τη συγκέντρωσή τους

αγωγός διαρρέομενος από ρεύμα μέσα σε μαγνητικό πεδίο

Δημιουργείται περίσσεια ηλεκτρονίων και αρνητικού φορτίου στην επάνω πλευρά του ημιαγωγού



Από την συσσώρευση ηλεκτρονίων στη μια πλευρά δημιουργείται διαφορά δυναμικού ΔV ή τάση Hall

v : ταχύτητα ηλεκτρονίων

$$F_{\eta\lambda} = F_{\mu\alpha}$$

$$qE = q v B$$

$$\Delta V/d = v B$$

Από την συσσώρευση ηλεκτρονίων στη μια πλευρά δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο, E

τα ηλεκτρόνια εκτρέπονται από τη μαγνητική δύναμη του μαγνητικού πεδίου

...και έλλειμα ηλεκτρονίων και επομένως περίσσεια θετικού αρνητικού φορτίου στην κάτω πλευρά του ημιαγωγού

Φαινόμενο Hall η εμφάνιση διαφοράς δυναμικού (ΔV) σε αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα και ευρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο

Συγκέντρωση ηλεκτρονίων

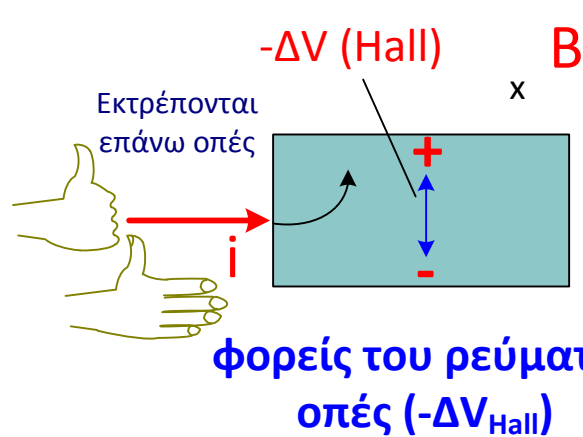
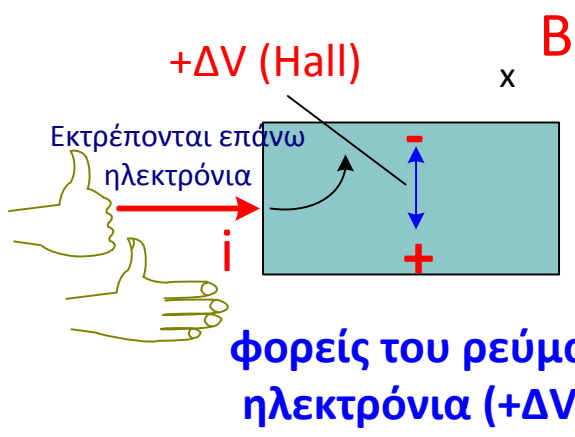
στοιχειώδης όγκος $v = dl/dt$

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{enAdl}{dt} = enAv$$

$$v = \frac{i}{enA}$$

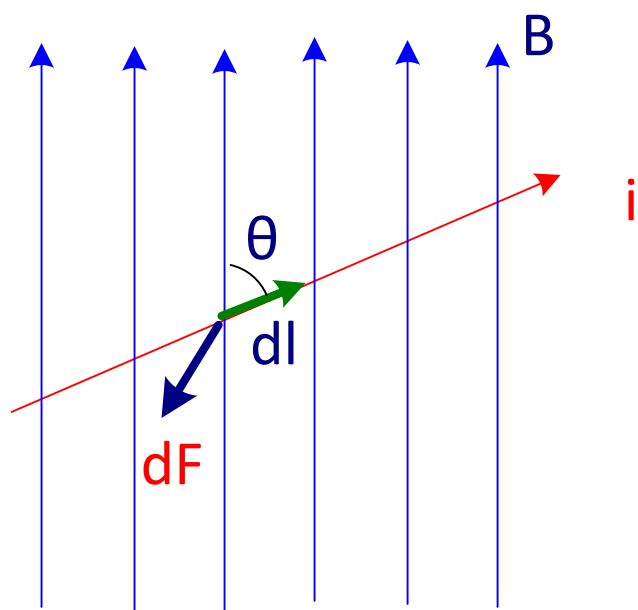
$$\Delta V/i = v B \quad \Delta V = \frac{iBd}{enA}$$

Μετρώντας τη διαφορά δυναμικού ΔV (Hall) υπολογίζεται **συγκέντρωση (n)** και το **είδος των φορέων** (ηλεκτρόνια ή σπές) από το πρόσημο της ΔV_{Hall}



Και στις 2 περιπτώσεις και όταν το ρεύμα οφείλεται σε ηλεκτρόνια και όταν οφείλεται σε σπές, και τα ηλεκτρόνια και οι σπές εκτρέπονται προς τα επάνω και έτσι από το πρόσημο της τάσης Hall μπορούμε να προσδιορίσουμε το είδος των φορέων

Μαγνητική δύναμη σε ηλεκτρικό σύρμα



$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{dq}{dl/v}$$

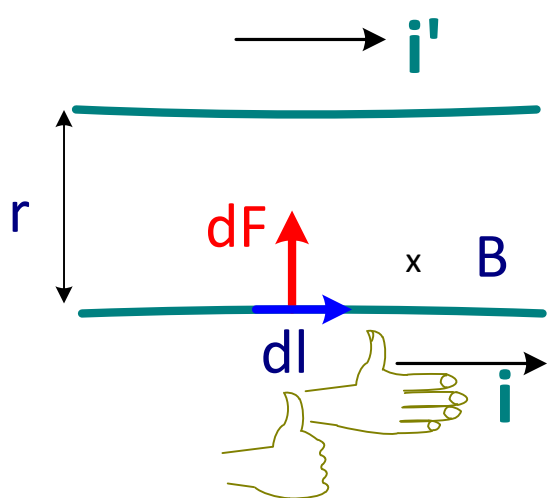
$$dq = \frac{idl}{v}$$

$$dF = dq v B \sin\theta = i dl B \sin\theta$$

$$dF = i dl \times B$$

Λόγω αυτής της δύναμης μπορούν να κατασκευαστούν ηλεκτρικοί κινητήρες

Δυνάμεις ανάμεσα σε σύρματα



$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i'}{r}$$

$$dF = i dl B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i i'}{r} dl$$

$$dF/dl = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i i'}{r} \quad \mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{Ns}^2/\text{C}^2$$

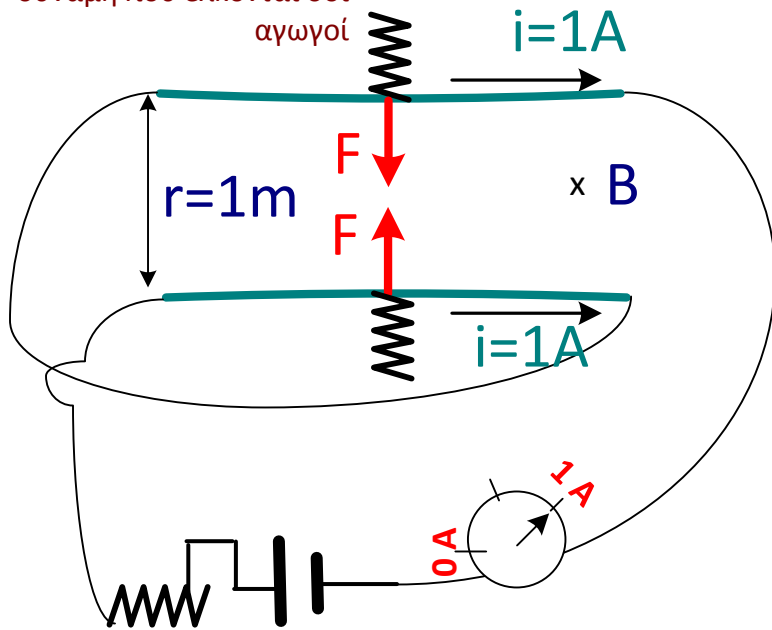
Αν $i=i'$ και μετρούμε $F/l=2 \times 10^{-7} \text{N/m}$ τότε τα σύρματα διαρρέονται από ρεύμα 1 Ampere

Ορισμός 1 Cb

τότε τα σύρματα διαρρέει φορτίο 1 Coulomb σε 1sec.

Βαθμολογία αμπερομέτρου

Με τη βοήθεια
δυναμομέτρων μετρούμε τη
δύναμη που έλκονται οι
αγωγοί



$$F/L = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i i}{r} \quad \mu_0 = 4\pi 10^{-7} \text{Ns}^2/\text{C}^2$$

Όταν $i=1\text{A}$ $r=1\text{m}$ τότε

$$F/L = 2 \times 10^{-7} \text{N/m}$$

Ρυθμίζουμε με τη βοήθεια ρυθμιστικής αντίστασης

το ρεύμα ώστε να μετρούμε στο δυναμόμετρο $F/l=2 \times 10^{-7} \text{N/m}$ και τότε τα σύρματα διαρρέονται από ρεύμα 1 Ampere

Και κατόπιν σημειώνουμε στη γραμμική κλίμακα του αβοθμολόγητου αμπερομέτρου την ένδειξη του 1A

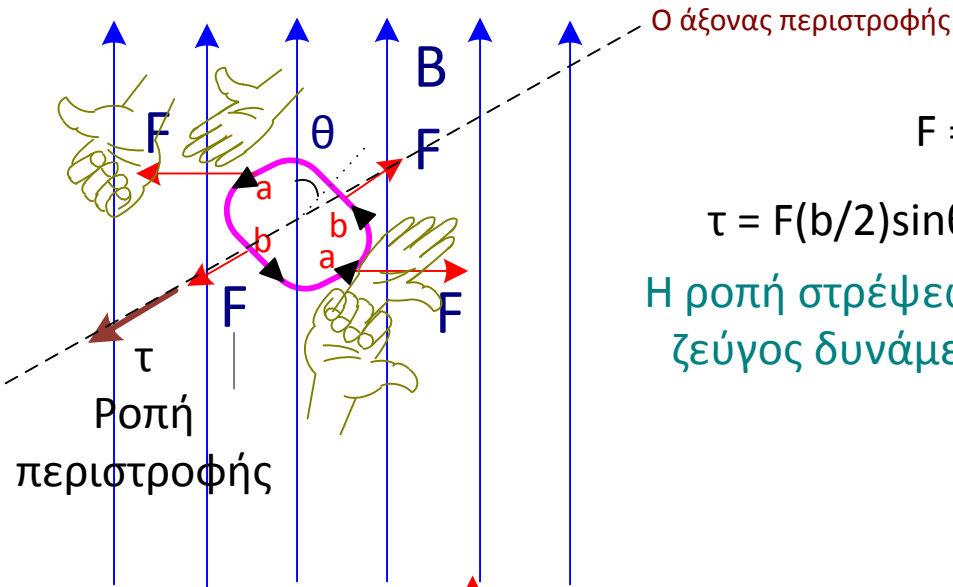
Ροπή στρέψεως σε βρόχο ρεύματος

$$dF = i dl \times B \quad dF = (dq v B \sin\theta) = i dl B \sin\theta = i dl B \sin\theta$$

$$F = \int dF = \int i dl B = i L B = BiL$$

Περιστρεφόμενο πλαίσιο με πλευρές a,b που διαρρέεται με ρεύμα i μέσα σε μαγν πεδίο B

Η δύναμη στη κάθε πλευρά του πλαισίου μήκους L=a



$$F = i a B$$

$$\tau = F(b/2)\sin\theta + F(b/2)\sin\theta = i a b B \sin\theta$$

Η ροπή στρέψεως στο ζεύγος δυνάμεων F

$$\mu = i a b$$

Μαγνητική διπολική ροπή του βρόχου

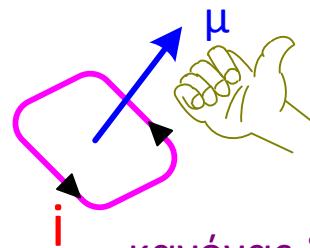
$$\tau = \mu B \sin\theta \quad \text{Δηλ εξωτερικό γινόμενο του } \mu \text{ με το } B \quad \tau = \mu \times B$$

Ασκείται ροπή τ που περιστρέφει το πλαίσιο αριστερόστροφα

$$\tau = \mu \times B$$

Όταν ο αντίχειρας δείχνει τη φορά της ροπής τ, τότε η φορά των δακτύλων δείχνει τη φορά περιστροφής του πλαισίου

Η μαγνητική διπολική μ ροπή του βρόχου τείνει να ευθυγραμμιστεί με την B περιστρέφοντας το πλαίσιο περί τη μικρότερη γωνία θ



κανόνας δεξιού χεριού

Όταν η φορά των δακτύλων δείχνει το ρεύμα τότε ο αντίχειρας δείχνει τη μ

καθορίζοντας τη φορά περιστροφής

$$U = - \mu B$$

Δυναμική ενέργεια U : η ενέργεια που καταναλώνουμε για να μεταβάλλουμε το προσανατολισμό το πλαισίου

Η U : ελάχιστη όταν μ, B παράλληλα

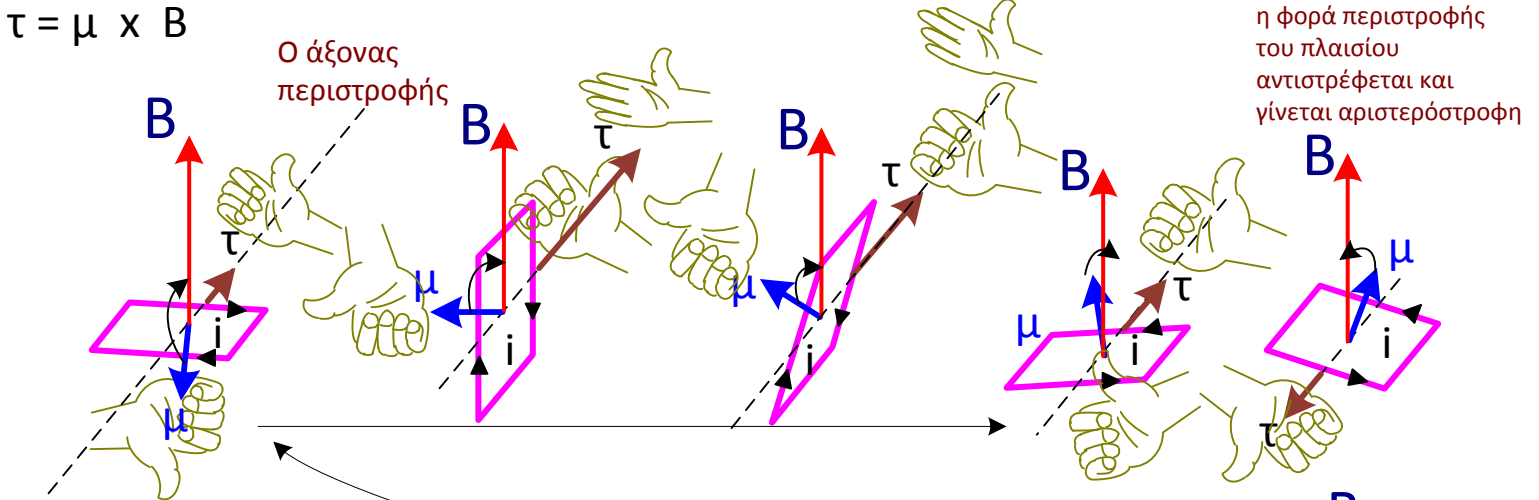
Η U : μέγιστη όταν μ, B αντιπαράλληλα

Εύρεση ροπής στρέψεως σε τετραγωνικό πλαίσιο: αρχή λειτουργίας ηλεκτρικού κινητήρα συνεχούς ρεύματος

Τετραγωνικό πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα I μέσα σε μαγνητικό πεδίο

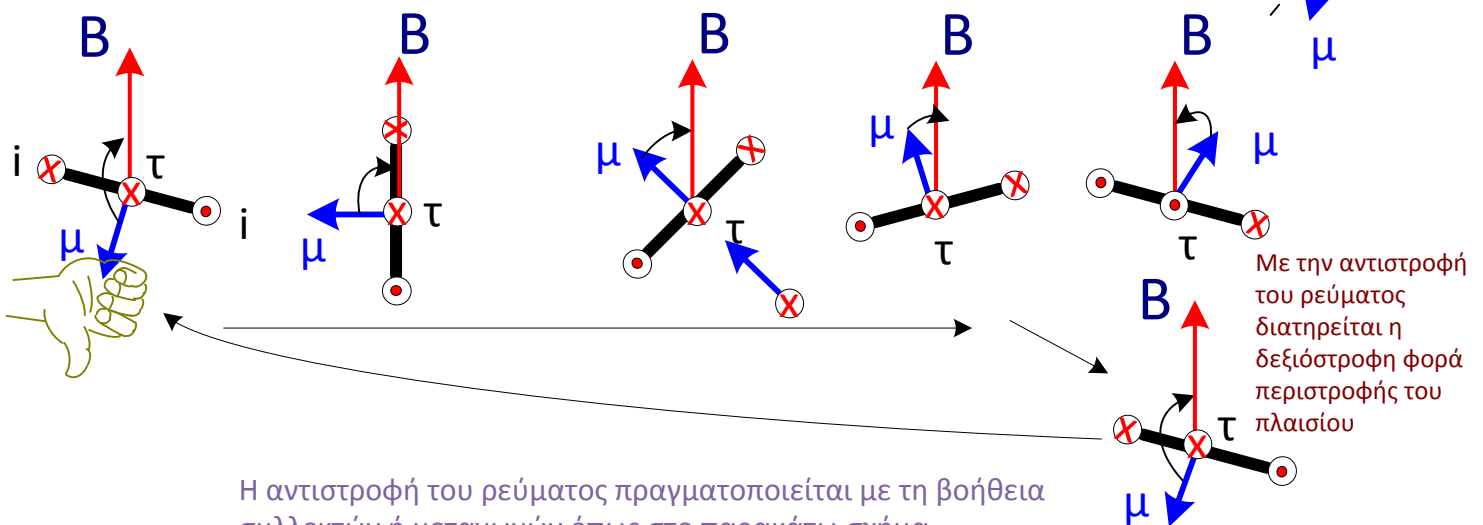
Η φορά περιστροφής του πλαισίου είναι δεξιόστροφη

$$\tau = \mu \times B$$

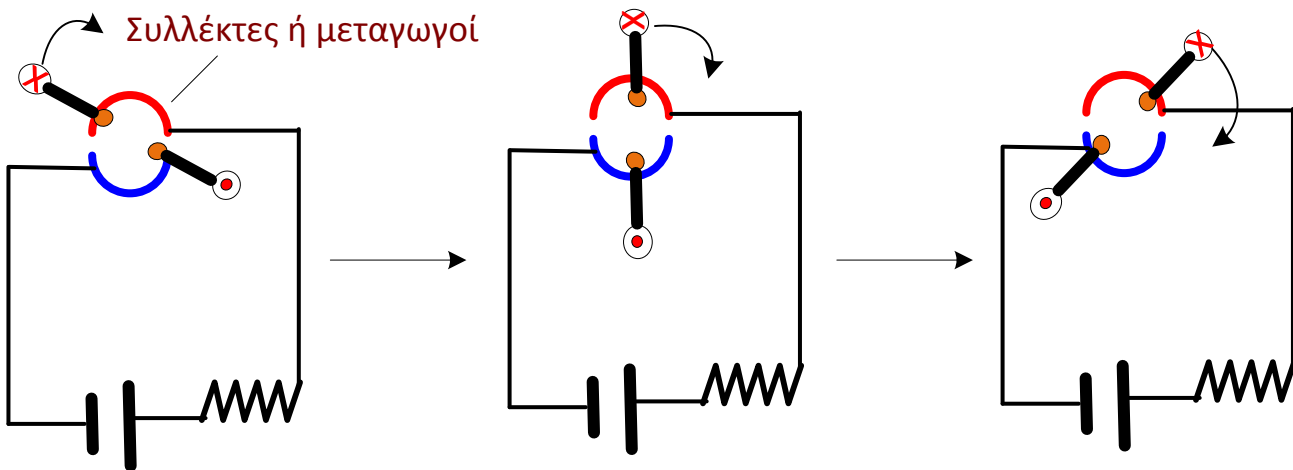


Για να διατηρηθεί η δεξιόστροφη φορά περιστροφής του πλαισίου Πρέπει να αντιστραφεί η φορά του ρεύματος

Από πλάγια όψη



Συλλέκτες ή μεταγωγοί



Οι ακροδέκτες του πλαισίου αλλάζουν την επαφή τους με τους συλλέκτες και έτσι αλλάζει η φορά του ρεύματος

