

Μαγνητισμός

5ος αιώνας π.χ. ήταν γνωστά πετρώματα που είχαν κοφτάτιγα βιδύρου. Υπήρχαν στην περιοχή της Μαγνησίας (Μ. Αγία αδει-
ναντι από την Χίο)

Τα πετρώματα αυτά ονομάζονται «μαγνητίτες» και περιέχουν οξείδια του βιδύρου.

Τον 11ο αιώνα μ.χ. οι κινέζοι εφτίαχναν βελόνες από μαγνη-
τίτη και παρατηρούσαν ότι έδειχναν προς μια συγκεκριμένη
κατεύθυνση και τις χρησιμοποιούσαν για προανατολισμό.

Τον 13ο αιώνα μ.χ. κατάλαβαν ότι στους μαγνητίτες υπήρχαν
δύο περιοχές μέγιστης έλξης οι Α και Β που μεταξύ τους
Α και Α απωθούνταν, Β και Β απωθούνταν, Α και Β έελιανταν
Αλλ- σε αντίθεση με τον ηλεκτρισμό δεν υπάρχει Α χωρίς το
Β. Οι περιοχές μέγιστης έλξης ονομάζονται πόλοι.

Πολύ σημαντικό: Δεν υπάρχουν απομονωμένοι μαγνητικοί
πόλοι.

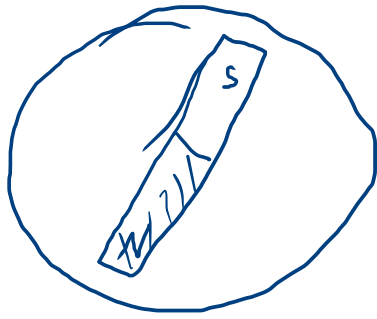
ενώ ένα ηλεκτρικό φορτίο θετικό ή αρνητικό μπορεί να βρεθεί
 μόνο του δηλ. είναι μονόπολο (είνας πόλος) ή δύο φορτία
 $+q$ και $-q$ σε απόσταση μεταξύ τους είναι ένα
 $-q$ ηλεκτρικό δίπολο δεν μπορεί να βρεθεί μόνος
 $+q$ του ενός μαγνητικός πόλος.
 Πάντα σε ένα μαγνητικό μαγνητισμό υπάρχει
 και Α και Β.



Σήμερα υπάρχει έρευνα για μαγνητικά μονόπολα, αλλά προς το παρόν
 αυτό που καταγράφει είναι να αποδείξει την ύπαρξη τους.
 Τον 16ο αιώνα ο αγγλος φυσικός, φιλόσοφος Gilbert καταλάβε
 ότι η γη είναι ένας γιγαντιαίος μαγνήτης; έκανε πειράματα
 με πυξίδες και έφτιαξε τον πρώτο γεωμαγνητικό χάρτη.

Έκανε συγγνώμη να λέτε ότι μια μαγνητική πυξίδα έχει βόρειο
 πόλο που δείχνει προς τον βόρα και νότιο πόλο που
 δείχνει προς τον νότο. Άρα η γη είναι
 ένας γιγαντιαίος μαγνήτης




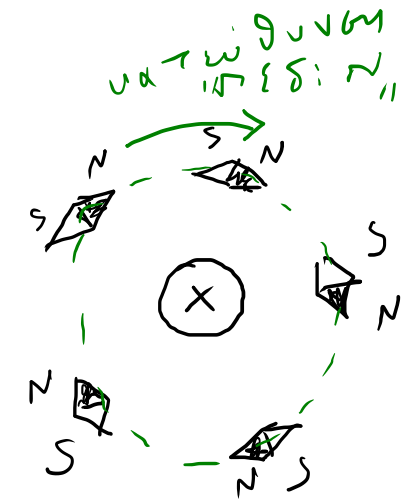


ΓΗ


που στον βόρα έχει νότιο πόλο και στον νότο έχει βόριο πόλο

Το 1819 ο Δανός Oersted εΐκανε πειράματα και βρήκε το εξής: Αν πάρει σύρμα και του βάλει ηλεκτρικό ρεύμα με κατεύθυνση προς τα μέγα

 ← διατομή σύρματος
 ————— κατεύθυνση ρεύματος προς τα "μέγα"



Σχήμα 2

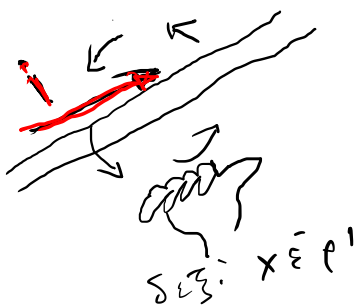
Οι μαγνητικές πυξίδες γύρω του προανατολίζονται όπως στο σχήμα 2. Ενώ αν αλλάξει την κατεύθυνση του ρεύματος προς τα έξω  οι πυξίδες προανατολίζονται αντίθετα όπως στο σχήμα 3



Σχήμα 3

και από σύμβαση το Μαγνητικό Πεδίο έχει κατεύθυνση από N → S

Μπορείτε να βρείτε την κατεύθυνση με τον κανόνα του δεξιού χεριού: Ο αντίχειρας την δεξιάς χεριού δείχνει προς την κατεύθυνση του ρεύματος, γυρίζουμε τα άλλα δάχτυλα μαζί προς την παλάμη και αυτά δείχνουν την κατεύθυνση του Μαγνητικού Πεδίου.

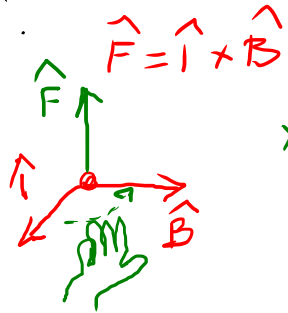
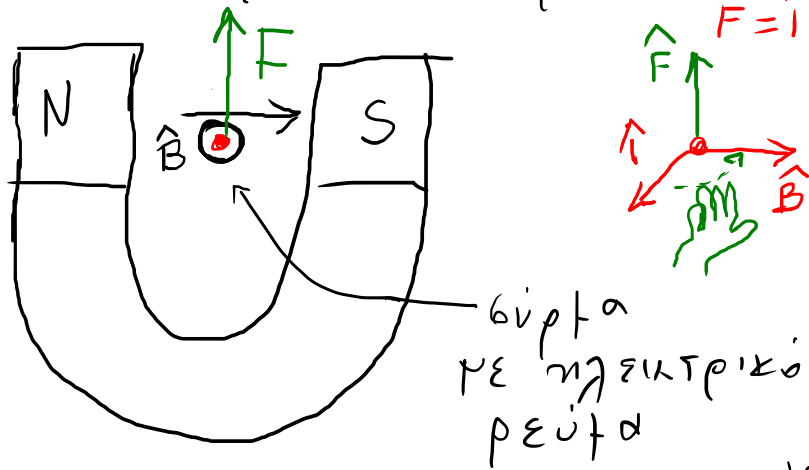


Είναι λογικό (δράση-αντίδραση) και ο μαγνήτης να άσκει δύναμη στο σύρμα που έχει ρεύμα.

Είναι πειραματικό δεδομένο ότι αν \hat{F} μοναδιαίο

διανύκτη στην κατεύθυνση της δύναμης που άσκειται στο σύρμα, \hat{I} μοναδιαίο διάνυκτα στην κατεύθυνση του ρεύματος και \hat{B} μοναδιαίο διάνυκτα με κατεύθυνση $N \rightarrow S$ τότε
$$\hat{F} = \hat{I} \times \hat{B} \quad \text{σημ.}$$

Στο παρακάτω σχήμα:

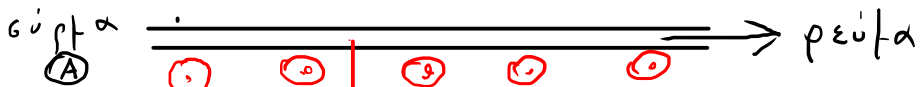


Χρησιμοποιώ την υαρόνα των δεξίου χεριού: Ο αντίχειρας δείχνει την κατεύθυνση που πρέπει να πάρει το \hat{I} για να συμπέσει με το \hat{B} και τα γογγιμένα δάυηλα δείχνουν την κατεύθυνση του \hat{F}

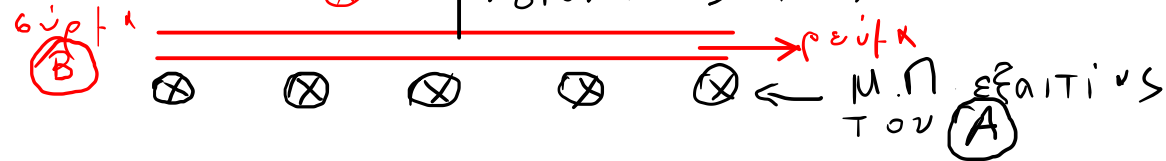
Μαγνήτης

Έτσι δύο σύρτα με ηλ. ρεύμα έχουν

Τις παρακάτω μακροτάσεις:



$F_{\text{στον B}}$ εξαιτίας του Μ.Π. που δημιουργεί ο Α



Το ηλεκτρικό πεδίο το ορίσαμε ως δύναμη \vec{F} που κβυζιτά στο φορτίο q προς το φορτίο $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

Στο μαγνητικό πεδίο δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ανάλογο ορισμό, γιατί δεν υπάρχει «μαγνητικό μονόπολο»

Όμως ξέρουμε πειραματικά ότι η δύναμη που κβυζιτά εξαιτίας του μαγνήτη επάνω σε ένα φορτίο q είναι ανάλογη του φορτίου επίσης η δύναμη αυτή είναι ανάλογη της ταχύτητας με την οποία κινείται το φορτίο και τέλος η δύναμη αυτή είναι κάθετη προς την ταχύτητα.

Δηλ: F ανάλογη q
 F ανάλογη v
 $\vec{F} \perp \vec{v}$

Ορίζουμε το Μαγνητικό πεδίο έτσι ώστε

$$\vec{F}_B = q \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$$

Η δύναμη αυτή ονομάζεται δύναμη Lorentz

Μονάδα του ΜΠ: επειδή $F = qvB \sin \theta$ (θ η γωνία μεταξύ v και B)

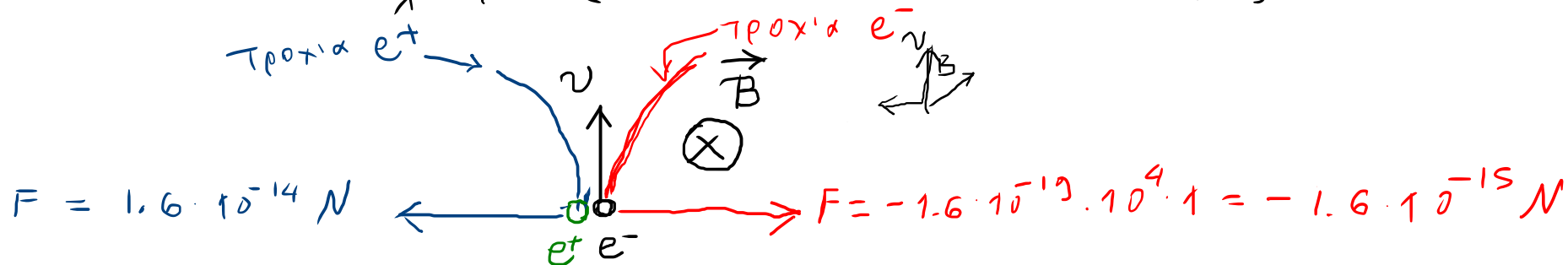
η μονάδα του μαγνητικού πεδίου είναι $Nt = C \cdot \frac{m}{s} [B]$ αφού

$$[B] = \frac{Nt \cdot s}{Cb \cdot m} = 1 T \text{ (1 Tesla)}$$

Επειδή το 1 Tesla είναι πολύ μεγάλο Μ.Π. χρησιμοποιούν/ε το 1 Gauss

$1 T = 10^4 G$, $1 G = 10^{-4} T$. Το μαγνητικό πεδίο της γης είναι περίπου $0.5 G$

Έστω ένα ηλεκτρόνιο ($e^- = -1.6 \cdot 10^{-19} C$, $v = 10^4 m/s$, $B = 1 T$)



Αν έχουμε και ηλ. πεδίο να βρίσκεται ευθεία πάνω είναι το φορτίο
 η δύναμη Lorentz που δέχεται στο φορτίο είναι

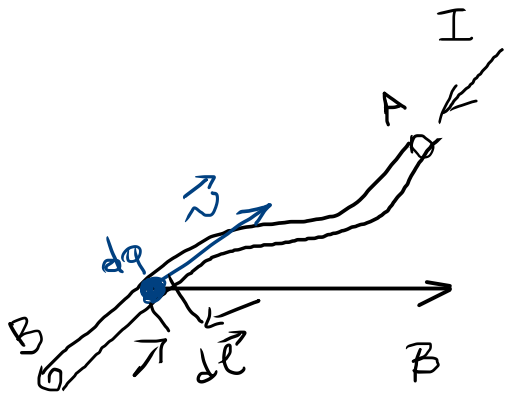
$$F = q \cdot (\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

Ενώ το ηλ. πεδίο μεταβάλλει την κινητική ενέργεια του φορτίου το
 οποίο είναι κέρα σε αυτό, το Μαγνητικό πεδίο δεν μεταβάλλει
 την κινητική ενέργεια του φορτίου

$$W_{\text{κίνηση B}} = \int_{\text{κίνηση A}} \vec{F} \cdot d\vec{x} = \int \vec{F} \cdot \frac{d\vec{x}}{dt} dt = \int \vec{F} \cdot \vec{v} dt \quad \vec{F} \cdot \vec{v} = F \cdot v \cdot \cos \theta$$

θ η γωνία αντίθετα προς \vec{F} και την \vec{v}

ήρα \vec{v} ήρα $\theta = 90^\circ$ όμως αφού $\vec{F}_B = q \vec{v} \times \vec{B}$ η \vec{F} είναι κάθετη στην
 δηλ. $F \cdot v \cdot \cos \theta = 0$ και ήρα $\int_A^B dt = 0$



Έστω ότι ένας αγωγός με ρεύμα I είναι τμήμα
 στο μαγνητικό πεδίο \vec{B} . Στην "στοιχειώδη",
 περιοχή που έχω σημειώσει υπάρχει φορτίο
 dq (ηλεκτρόνια, δηλ. αρνητικό φορτίο) με
 ταχύτητα ομίσεως \vec{v}_d

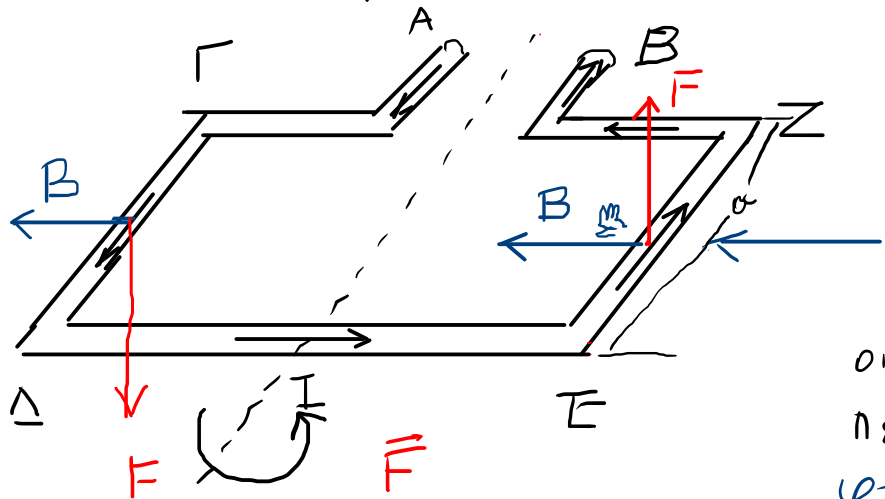
$$d\vec{F}_B = dq \vec{v}_d \times \vec{B} \quad \text{το } dq = -\frac{|dq|}{dt} dt$$

Το $-$ μπαίνει γιατί το dq είναι αρνητικό
 οπότε επειδή $\frac{|dq|}{dt} = I$ (τιμή του ρεύματος) και το $-\vec{v}_d$ είναι η
 φορά του ρεύματος και $v_d \cdot dt = dl$ (η απόσταση που διανύουν
 τα ηλεκτρόνια σε χρόνο dt έχω ότι:

$$d\vec{F}_B = I dl \vec{e} \times \vec{B} \quad \text{όπου } dl \vec{e} \text{ είναι το } -\vec{v}_d dt \text{ έτσι η}$$

συνολική δύναμη στον αγωγό εξαιτίας του \vec{B} είναι $\vec{F} = \int_B I (d\vec{l} \times \vec{B})$
 Α Α → Β η διεύθυνση
 Επάνω στον αγωγό.

Ηλεκτρικές μηχανές (πρωτόγονες)



μοναδιαίο διάνυσμα \hat{n} $\hat{F} = \hat{n} \times \vec{B}$

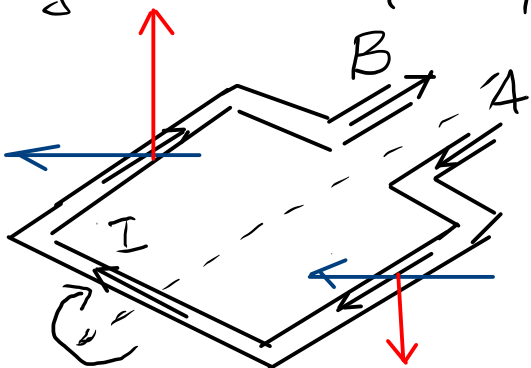
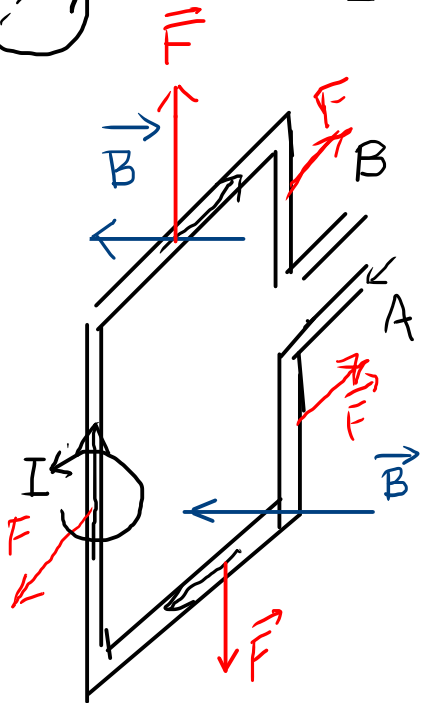
μοναδιαίο διάνυσμα \hat{n} $\vec{F} = I \int d\vec{\ell} \times \vec{B} = I \alpha \cdot \vec{B} \cdot \hat{n}$

οι δυνάμεις \vec{F} και $-\vec{F}$ δημιουργούν ροπή που περιβρέχει τον βρόχο \curvearrowright και ο βρόχος φτάνει να είναι κάθετος στο Μ.Π.

Τότε οι δυνάμεις είναι όπως στο σχήμα 2 και δεν δημιουργούν ροπή. Όμως, λόγω της υπάρχουσας γωνιακής ταχύτητας, ο βρόχος συνεχίζει την περιβρόχηση, αλλά αμέσως η ροπή αλλάζει κατεύθυνση.

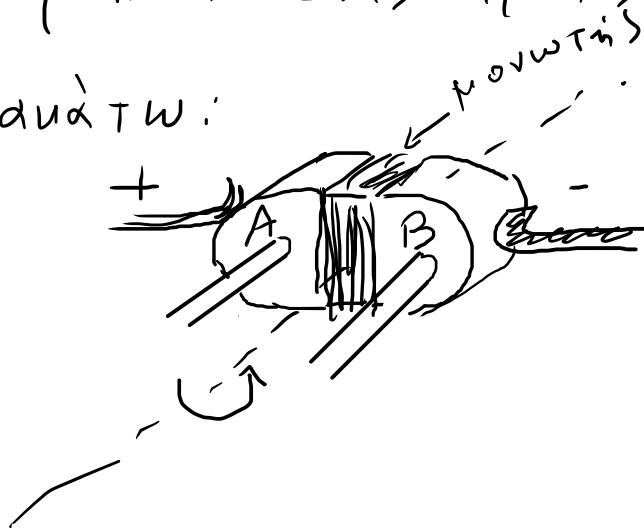
και μετά από λίγο ο βρόχος αλλάζει φορά περιστροφής και ξανά το ίδιο, οπότε έχουμε μια ταλάντωση.

Σχήμα 2



Για να μην υπάρχει ταλάντωση πρέπει την κατεύθυνση στιγμή να αλλάξει
 η φορά του ρεύματος έτσι ώστε να δημιουργείται πάντα η
 ίδια ροπή. Ένας τρόπος για να γίνει αυτό είναι ο

παράδειγμα:



Brushes (Εναλλακτης
Commutator)