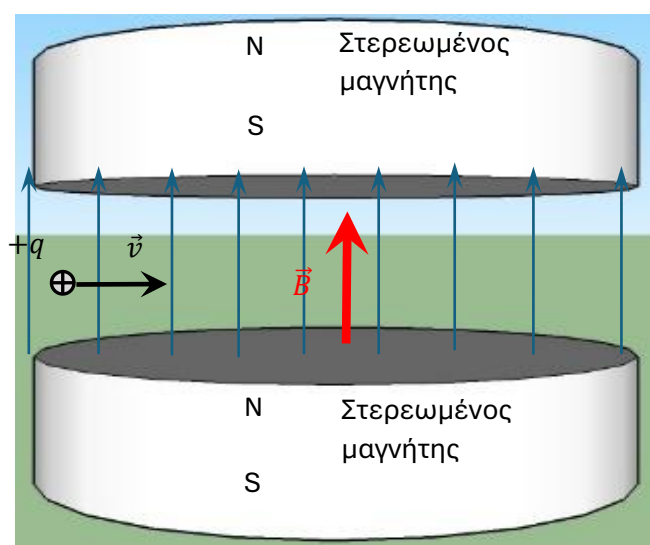


## ΚΕΦ 8 – ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

Κάποια υλικά γνωστά ως μαγνήτες έχουν την ιδιότητα να έλκονται ή να απωθούνται μεταξύ τους. Κατ' αναλογία με το ηλεκτρικό πεδίο ορίζουμε και το μαγνητικό πεδίο  $B$  το οποίο είναι έντονο για τους μαγνήτες όπου υπάρχει μεγάλη έλξη και μικρό για τους μαγνήτες όπου η έλξη είναι ασθενής.

Υπάρχει σχέση μεταξύ του μαγνητισμού και του ηλεκτρισμού επειδή έχει παρατηρηθεί ότι όταν κινούμενα ηλεκτρικά φορτία διέρχονται κοντά από μαγνήτες τότε η τροχιά τους αποκλίνει => δέχονται δυνάμεις

Για να το δούμε αυτό κάνουμε το εξής πείραμα



Το πείραμα δείχνει το εξής

1 εμφανίζεται δύναμη στο κινούμενο φορτίο, κάθετη στη σελίδα

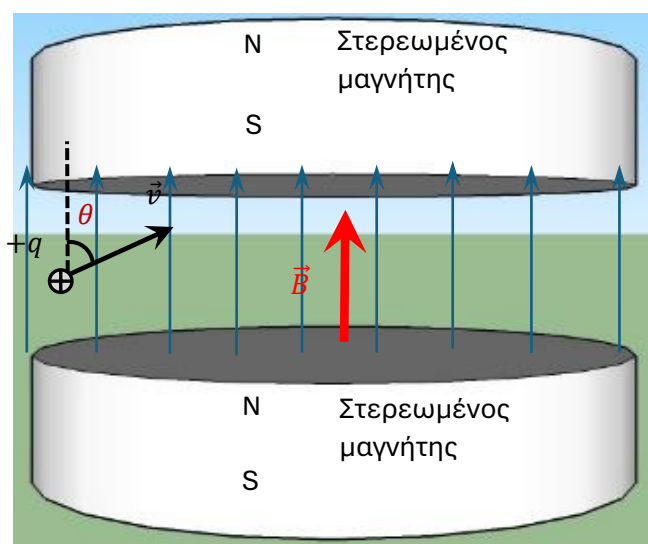
2 Το μέτρο της δύναμης αυτής είναι ανάλογο και με το φορτίο  $q$  και με την ταχύτητα  $v$  και με το μαγνητικό πεδίο  $B$

$$F = qvB$$

αυτή είναι μια εύκολη σχέση με την οποία μπορούμε να ορίσουμε το μαγνητικό πεδίο  $B$  ως εξής

Το μαγνητικό πεδίο ενός Tesla είναι το πεδίο το οποίο εκτρέπει με δύναμη ενός Newton ένα φορτίο ενός Coulomb που ταξιδεύει με ταχύτητα  $1 \text{ m/s}$

Εισαγάγουμε και μια νέα παράμετρο η οποία είναι η γωνία  $\theta$  η που σχηματίζει το πεδίο  $B$  με την ταχύτητα  $v$ .



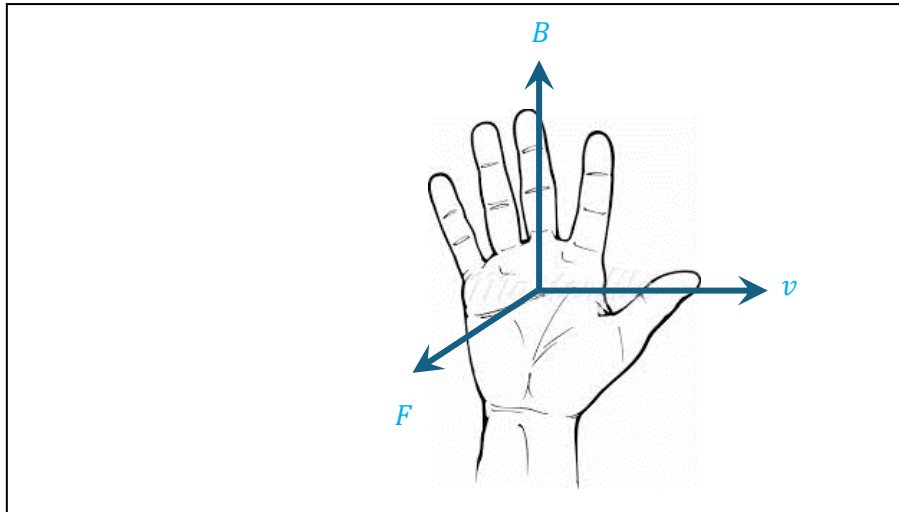
Όταν το κάνω αυτό το μέτρο της δύναμης αλλάζει σε

$$F = qvB\sin\theta$$

Στα μαθηματικά το ημίτονο εμφανίζεται στα εξωτερικά γινόμενο και έτσι διανυσματικώς η δύναμη γράφεται ως

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

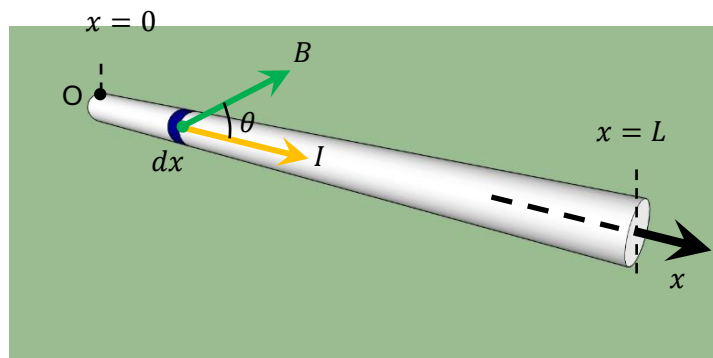
Τη φορά τη βρίσκουμε με τον λεγόμενο κανόνα του δεξιού χεριού ο οποίος σχηματικά φαίνεται παρακάτω



Επειδή κάποιες φορές θα προκύπτει το μαγνητικό πεδίο να είναι κάτω στη σελίδα, τότε χρησιμοποιούμε και τον εξής συμβολισμό:

|   |  |
|---|--|
| ⊗ | Μέσα στη σελίδα (μακριά από τον αναγνώστη) |
| ⊙ | Έξω από τη σελίδα (προς τον αναγνώστη)     |

Δύναμη σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό μέσα σε μαγνητικό πεδίο



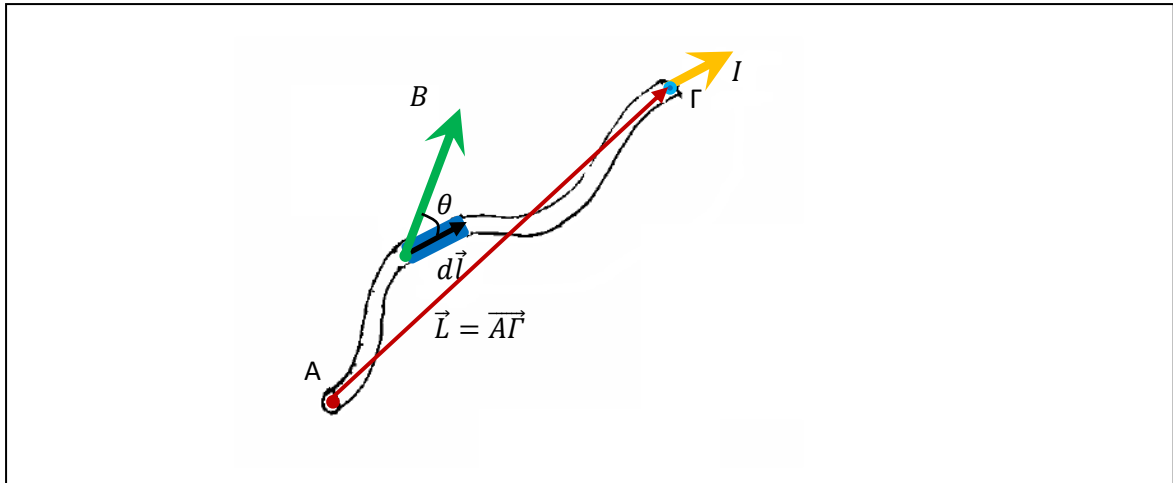
$$\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}$$

μέτρο

$$F = BIL\sin\theta$$

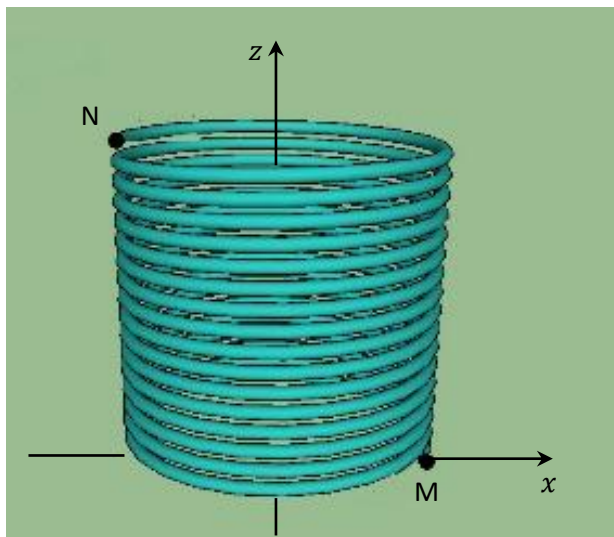
Δύναμη σε ρευματοφόρο αγωγό τυχαίου σχήματος μέσα σε μαγνητικό πεδίο

Εάν το πεδίο είναι ομοιόμορφο, αποδεικνύεται ότι ισχύει η παραπάνω σχέση με  $\vec{L} = \overrightarrow{AG}$  όπου A είναι το σημείο εισόδου του ρεύματος στον αγωγό και Γ το σημείο εξόδου



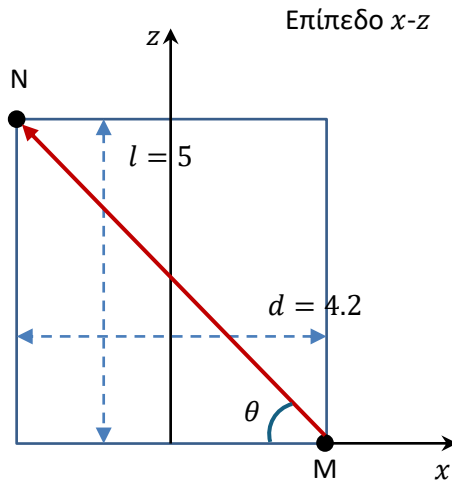
Πρόβλημα.

Ο παρακάτω αγωγός έχει το σχήμα πηνίου συμμετρικά τυλιγμένου γύρω από τον άξονα  $z$ , έχει μήκος  $l = 5 \text{ cm}$ , διάμετρο  $d = 4.2 \text{ cm}$  και αποτελείται συνολικά από 16.5 (δεκαεξίμιση) σπείρες. Διαρρέεται από ρεύμα  $I = 3.5 \text{ A}$  το οποίο εισέρχεται στο σημείο M και εξέρχεται στο σημείο N, με τα σημεία M και N να ανήκουν και τα δυο στο επίπεδο  $x$ - $z$ . Εάν στο χώρο που βρίσκεται αυτό το πηνίο, εφαρμοστεί ένα μαγνητικό πεδίο  $\vec{B} = B\vec{e}_z$  με  $B = 1.8 \text{ T}$ , τότε να βρεθεί η μαγνητική δύναμη  $\vec{F}$  που ασκείται στο πηνίο.



... και κατά μέτρο και κατά φορά, τότε μπορώ να κάνω χρήση του παραπάνω θεωρήματος

$$\vec{F} = \overline{IMN} \times \vec{B}$$



$$L_x = -d, L_y = 0, L_z = l$$

$$\text{όπου } \vec{L} = \overline{MN}$$

Το μαγνητικό πεδίο έχει μόνο  $z$  συνιστώσα

$$B_x = B_y = 0, B_z = 1.8$$

εάν χρησιμοποιήσουμε την ορίζουσα του Χρήστου τότε

$$\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B} = I \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ -d & 0 & l \\ 0 & 0 & B \end{vmatrix} = I(0\vec{i} + dB\vec{j} + 0\vec{k})$$

Φορά προς τον άξονα  $y$  και μέτρο

$$F = 3.5 \frac{4.2}{100} 1.8 = 0.265 \text{ N}$$