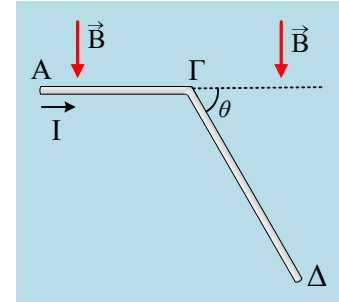


Η συνισταμένη δύναμη στον αγωγό.

Ένας αγωγός ΑΓΔ, αποτελείται από δύο ευθύγραμμα τμήματα, το ΑΓ μήκους $\ell_1=1\text{m}$ και το ΓΔ μήκους $\ell_2=1,5\text{m}$ και διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=4\text{ A}$. Το επίπεδο που ορίζει ο αγωγός είναι κατακόρυφο, με το τμήμα ΑΓ οριζόντιο, ενώ το ΓΔ σχηματίζει γωνία $\theta=60^\circ$, με την οριζόντια διεύθυνση. Ο αγωγός βρίσκεται μέσα σε ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,5\text{T}$.



- Να βρείτε τη δύναμη Laplace που δέχεται κάθε τμήμα του αγωγού.
- Να βρεθεί η συνισταμένη δύναμη η οποία ασκείται στον αγωγό από το μαγνητικό πεδίο.

Απάντηση:

- Το τμήμα ΑΓ είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και δέχεται δύναμη, κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν ο αγωγός και η ένταση του πεδίου, άρα οριζόντια και με φορά προς τα μέσα, σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων, όπως στο σχήμα. Για το μέτρο της έχουμε:

$$F_1 = B \cdot I \cdot \ell_1 = 0,5 \cdot 4 \cdot 1\text{N} = 2\text{N}$$

Και το τμήμα ΓΔ δέχεται οριζόντια δύναμη, κάθετη στον αγωγό, όπως στο σχήμα, για το μέτρο της οποίας έχουμε:

$$F_2 = B_y \cdot I \cdot \ell_2 = B \cdot \sin 60^\circ \cdot I \cdot \ell_2 \quad (1)$$

Αφού η δύναμη Laplace ασκείται εξαιτίας της κάθετης στον αγωγό συνιστώσας της έντασης B_y . Εξάλλου επειδή $\sin 60^\circ = \frac{1}{2}$ η σχέση (1) μας δίνει:

$$F_2 = B \cdot \sin \theta \cdot I \cdot \ell_2 = 0,5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 1,5\text{N} = 1,5\text{N}.$$

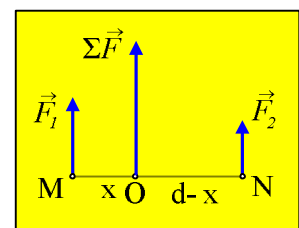
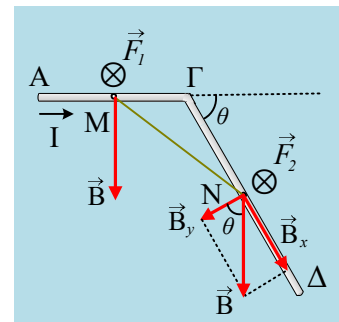
Οι δυνάμεις που υπολογίσαμε παραπάνω, ασκούνται σε όλο το μήκος κάθε τμήματος, ομοιόμορφα, άρα τις σχεδιάζουμε στα μέσα Μ και Ν των δύο τμημάτων.

- Μπορούμε να σχεδιάσουμε ένα σχήμα, στο οποίο να φαίνονται οι οριζόντιες δυνάμεις πάνω στο επίπεδο που ορίζουν και περνά από τα σημεία Μ και Ν. Αν το κάνουμε, θα πάρουμε το διπλανό σχήμα, σε κάτοψη. Αν $(MN)=d$, τότε η συνισταμένη των δυνάμεων $\Sigma \vec{F}$ θα έχει την ίδια κατεύθυνση με τις δύο συνιστώσες και ο φορέας της θα διέρχεται από ένα σημείο Ο της ΜΝ, το οποίο έστω ότι απέχει κατά x από το Μ. Για το μέτρο της θα έχουμε:

$$\Sigma F = F_1 + F_2 = 2\text{N} + 1,5\text{N} = 3,5\text{N}$$

Εξάλλου από το θεώρημα των ροπών, η ροπή της συνισταμένης δύο ομοεπιπέδων δυνάμεων ως προς ένα σημείο ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των ροπών των επιμέρους συνιστωσών, ως προς το ίδιο σημείο. Αν δηλαδή επιλέξουμε το σημείο Ο, θα έχουμε:

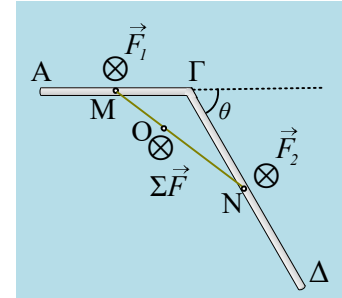
$$\tau_{\Sigma F_O} = \tau_{F_{1O}} + \tau_{F_{2O}} \rightarrow$$



$$\Sigma F \cdot 0 = -F_1 x + F_2 \cdot (d - x) \rightarrow$$

$$2x = 1,5 \cdot (d - x) \rightarrow x = \frac{3}{7} d$$

Με άλλα λόγια η συνισταμένη δύναμη στον αγωγό, είναι οριζόντια με φορά προς τα μέσα και ο φορέας της περνά από το σημείο O της MN, το οποίο απέχει από το M απόσταση ίση με τα 3/7 της (MN).



Σχόλιο

Αν ο αγωγός αποτελείται από ένα ισοπαχές και ομογενές σύρμα, τότε εύκολα αποδεικνύεται (με τον ίδιο τρόπο) ότι το σημείο O, είναι και το κέντρο μάζας του σύρματος...

Με την ίδια λογική που το βάρος κάθε στοιχειώδους μάζας του σύρματος, ασκείται στη μάζα και όχι στο κέντρο μάζας, και η δύναμη Laplace που ασκείται σε κάθε στοιχειώδες τμήμα dl του σύρματος, ασκείται στο τμήμα αυτό και όχι στο O. Από το O διέρχεται ο φορέας της συνισταμένης των δυνάμεων...

dmargaris@gmail.com