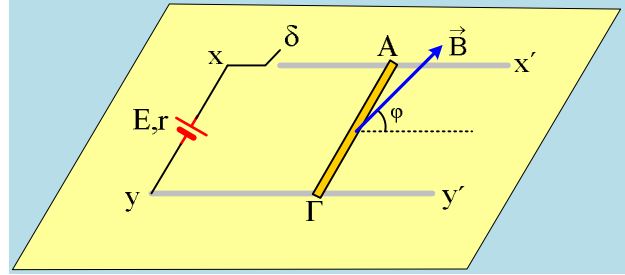


Η δύναμη Laplace και η κίνηση

Ο αγωγός ΑΓ έχει μήκος 1m, μάζα 0,5kg, αντίσταση $R=3\Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει σε επαφή με τους δύο οριζώντιους αγωγούς xx' και yy' με τους οποίους εμφανίζει συντελεστές τριβής $\mu=\mu_s=0,8$. Στα άκρα των δύο οριζοντίων αγωγών συνδέεται γεννήτρια ΗΕΔ $E=40V$ και $r=1\Omega$, ενώ το σύστημα βρίσκεται μέσα σε



ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,5T$, που οι δυναμικές του γραμμές είναι κάθετες στον ΑΓ και σχηματίζουν γωνία $\varphi=60^\circ$ με το οριζόντιο επίπεδο. Σε μια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη δ.

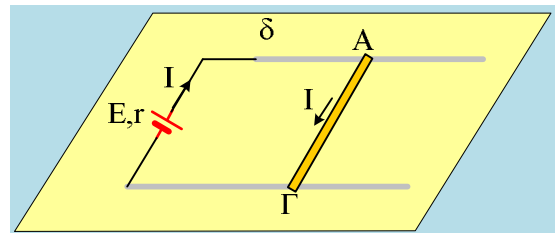
- i) Να βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.
- ii) Να βρεθεί η δύναμη Laplace (μέτρο και κατεύθυνση) που ασκείται στον αγωγό ΑΓ από το μαγνητικό πεδίο.
- iii) Θα κινηθεί ή όχι ο αγωγός ΑΓ; Να δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Δίνεται $g=10m/s^2$.

Απάντηση:

- i) Μόλις κλείσουμε το διακόπτη, το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα, με φορά όπως στο σχήμα, έντασης:

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{40V}{(3 + 1)\Omega} = 10A$$



- ii) Στο σχήμα βλέπουμε τον οριζόντιο αγωγό, κατά μήκος του άξονά του, με το ρεύμα να έρχεται προς τα έξω (προς το μάτι μας) να στηρίζεται στο οριζόντιο επίπεδο (στην πραγματικότητα στηρίζεται στα δυο του άκρα, αλλά δεν αλλάζει κάτι, αν τον θεωρήσουμε υλικό σημείο...). Με βάση τον κανόνα των τριών δακτύλων, βρίσκουμε την δύναμη Laplace να είναι κάθετη στον αγωγό και κάθετη στην ένταση του μαγνητικού πεδίου, όπως στο σχήμα, με μέτρο:

$$F_L = B \cdot I \cdot \ell = 0,5 \cdot 10 \cdot 1N = 5N$$

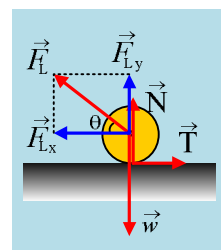
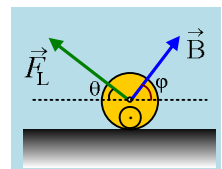
Με βάση το σχήμα $\theta + \varphi = 90^\circ$ οπότε $\theta = 30^\circ$, η κατεύθυνση δηλαδή της δύναμης Laplace σχηματίζει γωνία 30° με την οριζόντια διεύθυνση.

- iii) Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στον αγωγό, όπως στο διπλανό σχήμα. Αναλύοντας την δύναμη Laplace σε οριζόντια και κατακόρυφη συνιστώσα, βρίσκουμε:

$$F_{Lx} = F_L \cdot \sin\theta = 5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} N = 2,5\sqrt{3}N$$

$$F_{Ly} = F_L \cdot \eta\mu\theta = 5 \cdot \frac{1}{2} N = 2,5N$$

Αφού $F_{Ly} < w$, ο αγωγός δεν εγκαταλείπει τους δυο οριζόντιους αγωγούς, με τους οποίους έρχεται σε επαφή



και από την ισορροπία στην κατακόρυφη διεύθυνση παίρνουμε:

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow N + F_{Ly} - mg = 0 \rightarrow N = mg - F_{Ly} = 5N - 2,5N = 2,5N.$$

Εξάλλου η μέγιστη δυνατή τιμή της στατικής τριβής, η οριακή τριβή, έχει μέτρο:

$$T_{op} = \mu_s \cdot N = 0,8 \cdot 2,5N = 2N$$

Βλέπουμε ότι στην οριζόντια διεύθυνση η συνιστώσα F_{Lx} είναι πολύ μεγαλύτερη από την μέγιστη δυνατή τριβή, που μπορεί να εμφανιστεί, οπότε ο αγωγός θα επιταχυνθεί προς τα αριστερά.

dmargaris@gmail.com