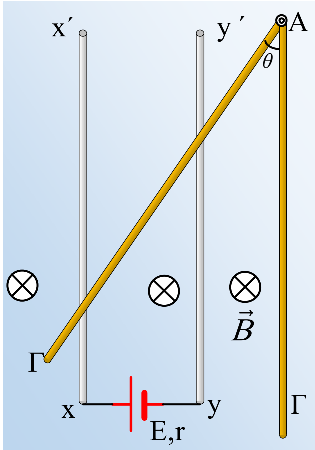
Το μαγνητικό πεδίο εξασφαλίζει την ισορροπία

Οι δύο κατακόρυφοι λείοι στύλοι xx΄ και yy΄ δεν εμφανίζουν αντίσταση, απέχουν μεταξύ τους κατά d=0,2m, ενώ μια πηγή ΗΕΔ Ε=10V και εσωτερικής αντίστασης r=1Ω συνδέεται στα κάτω άκρα τους x και y. Ένας ομογενής αγωγός ΑΓ, μήκους 0,8m, αντίστασης R=2Ω και βάρους w=2Ν, μπορεί να στρέφεται γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα, ο οποίος περνά από το άκρο του Α. Εκτρέπουμε τον αγωγό ΑΓ κατά γωνία θ=30°, από την κατακόρυφη θέση, φέρνοντάς τον στη θέση που φαίνεται στο σχήμα, σε επαφή με τους κατακόρυφους στύλους και τον αφήνουμε, παρατηρώντας ότι αυτός ισορροπεί. Αν στο χώρο υπάρχει ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο με δυναμικές γραμμές κάθετες στο επίπεδο του σχήματος, μέτρου Β=0,4Τ, να βρεθούν:



i) Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

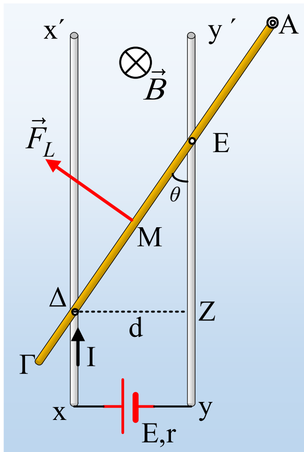
ii) Η δύναμη Laplace που ασκείται από το μαγνητικό πεδίο στον αγωγό ΑΓ.

iii) Η απόσταση του άξονα περιστροφής της ράβδου στο άκρο Α, από τον κατακόρυφο αγωγό yy΄.

iv) Η δύναμη που δέχεται ο αγωγός ΑΓ από την άρθρωση στο άκρο της Α.

Απάντηση:

i) Εκτρέποντας τον αγωγό κατά γωνία θ, αυτός έρχεται σε επαφή με τους δύο κατακόρυφους στύλους στα σημεία Δ και Ε. Αλλά τότε δημιουργείται ένα κλειστό κύκλωμα το xΔΕyx, το οποίο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης:



$$I=\frac{E}{R_{\Delta E}+r}$$

Αλλά το μήκος του τμήματος (ΔΕ) είναι διπλάσιο της απόστασης d (ορθογώνιο τρίγωνο ΔΖΕ με γωνία 30° και την απέναντι κάθετη ίση με το μισό της υποτείνουσας), οπότε για τις αντιστάσεις του ΑΓ και του ΔΕ θα έχουμε:

$$R=\rho\frac{\ell}{S} \quad \kappa\alpha\iota\ R_{\Delta E}=\rho\frac{(\Delta E)}{S} \xrightarrow{\mu\varepsilon\ \delta\iota\alpha\acute{\iota}\rho\varepsilon\sigma\eta\ \kappa\alpha\tau\acute{\alpha}\ \mu\acute{\varepsilon}\lambda\eta}$$

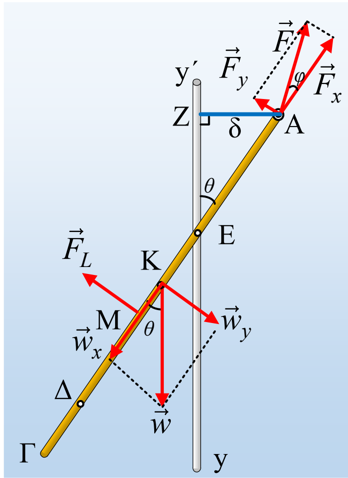
$$\frac{R_{\Delta E}}{R}=\frac{\rho\frac{(\Delta E)}{S}}{\rho\frac{\ell}{S}}=\frac{(\Delta E)}{\ell}\rightarrow R_{\Delta E}=R\frac{(\Delta E)}{\ell}=2\Omega\frac{0,4m}{0,8m}=1\Omega\rightarrow$$

$$I=\frac{E}{R_{\Delta E}+r}=\frac{10V}{1\Omega+1\Omega}=5A$$

ii) Μόνο το τμήμα ΔΕ του αγωγού ΑΓ διαρρέεται από ρεύμα, συνεπώς μόνο σε αυτό ασκείται δύναμη Laplace με σημείο εφαρμογής το μέσον Μ του τμήματος, κατεύθυνση που προσδιορίζεται με τον κανόνα των τριών δακτύλων, κάθετη στο ΔΕ, όπως στο σχήμα και μέτρο:

$$F_L = BI(\Delta E) = 0,4 \cdot 5 \cdot 0,4N = 0,8N$$

iii) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις που ασκούνται στη ράβδο ΑΓ, όπου το βάρος ασκείται στο μέσον της Κ και F η δύναμη από τον άξονα στο άκρο Α. Από την ισορροπία της ράβδου παίρνουμε:



$$\Sigma F=0 \ (1) \quad \text{και } \Sigma\tau=0 \ (2)$$

Όπου οι ροπές υπολογίζονται ως προς οποιοδήποτε σημείο. Παίρνοντας τις ροπές ως προς το Α θα έχουμε:

$$w_y \cdot \frac{\ell}{2} - F_L \cdot (MA) = 0 \rightarrow$$

$$(MA) = \frac{w \cdot \ell \cdot \eta\mu\theta}{2F_L} = \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 0,5}{2 \cdot 0,8} m = 0,5m$$

Αλλά τότε:

$$(MA) = (ME) + (EA) \rightarrow (EA) = (MA) - (ME) = 0,5m - 0,2m = 0,3m \rightarrow$$

$$\eta\mu\theta = \frac{(AZ)}{(EA)} \rightarrow (AZ) = \delta = (EA) \cdot \eta\mu\theta = 0,3 \cdot \frac{1}{2} m = 0,15m$$

Όπου δ η απόσταση του Α από τον κατακόρυφο στύλο yy΄.

iv) Από την εξίσωση (1) παίρνουμε δουλεύοντας σε άξονες x και y, όπως στο σχήμα:

$$\Sigma F_x=0 \rightarrow F_x=w_x=w \cdot \sigma\upsilon\nu\theta=2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} N = \sqrt{3}N$$

$$\Sigma F_y=0 \rightarrow F_L+F_y= w_y \rightarrow F_y=w \cdot \eta\mu\theta-F_L=2 \cdot ½ \ N-0,8N=0,2N$$

Οπότε η δύναμη από τον άξονα στο άκρο Α έχει μέτρο:

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{0,2^2 + \left(\sqrt{3}\right)^2} N = \sqrt{3,04} N$$

Ενώ σχηματίζει με την ράβδο γωνία φ, όπου:

$$\varepsilon\varphi\varphi = \frac{F_y}{F_x} = \frac{0,2}{\sqrt{3}} \approx 0,12$$

dmargaris@gmail.com