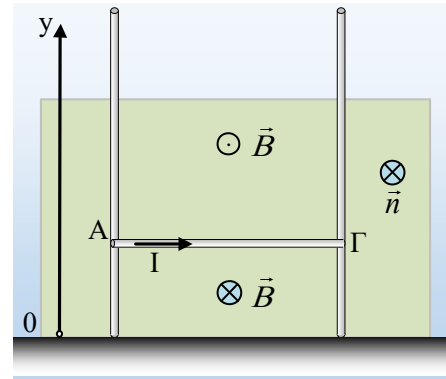


Ισορροπία και επιτάχυνση αγωγού.

Ο ευθύγραμμος αγωγός ΑΓ μάζας 50g και μήκους 1m, διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I=5\text{ A}$, με φορά από το Α στο Γ και μπορεί να κινείται κατακόρυφα σε επαφή με δύο κατακόρυφους στύλους, οι οποίοι απέχουν μεταξύ τους 1m. Στην περιοχή υπάρχει ένα οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, σε ύψος 1m, με δυναμικές γραμμές κάθετες στο επίπεδο των τριών αγωγών και με μεταβαλλόμενη ένταση, η οποία σε συνάρτηση με το ύψος y δίνεται από την σχέση $B=0,2-0,4y$ (S.I.). Η κάθετη \vec{n} στο επίπεδο των τριών αγωγών έχει φορά προς τα μέσα, όπως στο σχήμα.



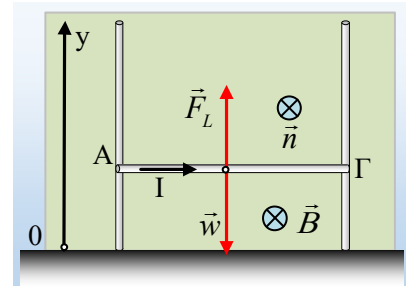
- i) Σε ποιο ύψος y_0 πρέπει να αφήσουμε τον αγωγό ΑΓ για να παραμείνει ακίνητος;
 ii) Τοποθετούμε τον αγωγό ΑΓ σε ύψος y από το έδαφος και τον αφήνουμε ελεύθερο. Να βρεθεί η επιτάχυνση που θα αποκτήσει, αν:

$$\alpha) y=y_1=0,15\text{m}, \quad \beta) y=y_2=0,5\text{m} \quad \text{και} \quad \gamma) y=y_3=0,75\text{m}.$$

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

Απάντηση:

- i) Με βάση την εξίσωση της έντασης του μαγνητικού πεδίου, προκύπτει ότι αυτή μπορεί να είναι θετική ή αρνητική, ανάλογα με το ύψος. Θετική τιμή (για μικρά y) σημαίνει ότι έχει την ίδια κατεύθυνση με την κάθετη στο επίπεδο (φορά προς τα μέσα) και αρνητική σημαίνει φορά προς τα έξω. Για να ισορροπήσει η ράβδος, πρέπει να δεχθεί δύναμη Laplace με φορά προς τα πάνω, όπως στο σχήμα, αλλά τότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου, θα πρέπει να έχει φορά προς τα μέσα. Από την ισορροπία της ράβδου παίρνουμε:



$$\begin{aligned} \Sigma \vec{F} = 0 &\rightarrow F_L - mg = 0 \rightarrow BIl = mg \rightarrow \\ (0,2 - 0,4y_0) \cdot 5 \cdot 1 &= 0,05 \cdot 10 \rightarrow y_0 = 0,25\text{m} \end{aligned}$$

- ii) α) Αν $y_1=0,15\text{m}$, με αντικατάσταση στην εξίσωση της έντασης βρίσκουμε:

$$B=0,2-0,4y=(0,2-0,4 \cdot 0,15)T=0,14T$$

Πράγμα που σημαίνει ότι η ένταση έχει φορά προς τα μέσα, όπως και στο προηγούμενο ερώτημα, άρα και η δύναμη Laplace έχει φορά προς τα πάνω και μέτρο:

$$F_L = BIl = 0,14 \cdot 5 \cdot 1\text{N} = 0,7\text{N}$$

Μεγαλύτερο από το μέτρο του βάρους που είναι $w=mg=0,5\text{N}$. Αλλά τότε ο αγωγός θα επιταχυνθεί προς τα πάνω αποκτώντας αρχική επιτάχυνση:

$$\Sigma F = ma_1 \rightarrow a_1 = \frac{F_L - w}{m} = \frac{0,7 - 0,5}{0,05} \text{m/s}^2 = 4\text{m/s}^2.$$

β) Με την ίδια λογική, για $y=y_2$ βρίσκουμε:

$$B_2=0,2-0,4y_2=(0,2-0,4\cdot0,5)T=0$$

Αλλά τότε η μόνη δύναμη που θα ασκηθεί στον αγωγό ΑΓ θα είναι το βάρος, με αποτέλεσμα να κινηθεί προς τα κάτω, αποκτώντας αρχική επιτάχυνση g .

γ) Τέλος αν $y=y_3$ βρίσκουμε:

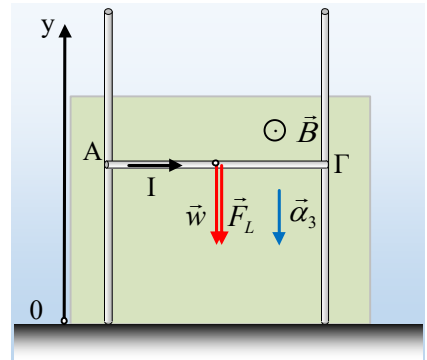
$$B_3=0,2-0,4y_3=(0,2-0,4\cdot0,75)T=-0,1T$$

Πράγμα που σημαίνει ότι η ένταση του μαγνητικού πεδίου, έχει φορά προς τα έξω, οπότε με την βοήθεια των τριών δακτύλων βρίσκουμε ότι η δύναμη Laplace έχει φορά προς τα κάτω, όπως στο σχήμα. Για το μέτρο της έχουμε:

$$F_L=B_3\cdot I\cdot\ell=0,1\cdot5\cdot1N=0,5N$$

Οπότε ο αγωγός επιταχύνεται προς τα κάτω, με επιτάχυνση μέτρου:

$$\Sigma F = ma_3 \rightarrow a_3 = \frac{F_L + w}{m} = \frac{0,5 + 0,5}{0,05} m/s^2 = 20 m/s^2.$$



dmargaris@gmail.com