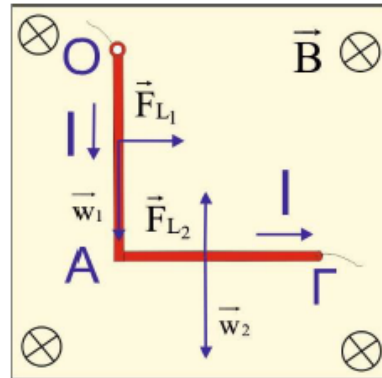


Λύση

Α. Αν ο αγωγός δεν διαρρέεται από ρεύμα, οι μόνες δυνάμεις που του ασκούνται είναι τα δύο βάρη των τμημάτων του αγωγού και η δύναμη από τον άξονα (η δύναμη από τον άξονα δεν είναι σχεδιασμένη στο σχήμα).

Επειδή ο αγωγός ισορροπεί εφαρμόζοντας τη συνθήκη ισορροπίας των ροπών ως προς το άκρο Ο, επειδή μηδενίζονται οι ροπές του βάρους w_1 και της δύναμης από τον άξονα, και παραμένει μόνο η ροπή του βάρους w_2 , συμπεραίνουμε ότι δεν μπορεί να υπάρχει ισορροπία.

Αν ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα, τότε κάθε τμήμα του θα δέχεται δύναμη Laplace, αφού βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο. Οι δυνάμεις Laplace που ασκούνται στα δύο τμήματα του αγωγού θα πρέπει να δημιουργούν ροπή που "θα εξουδετερώνει" τη ροπή του βάρους w_2 . Επομένως η κατεύθυνση των δυνάμεων Laplace θα είναι αυτή που φαίνεται στο σχήμα.



Και για να συμβεί αυτό, σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού θα πρέπει η φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό να είναι από το Ο στο Γ. Επομένως **σωστή απάντηση είναι η Α1.**

β. Εφαρμόζοντας τη συνθήκη ισορροπίας των ροπών ως προς το Ο θα ισχύει:

$$\Sigma \tau(O) = 0 \Rightarrow \vec{\tau}_{F_{L1}} + \vec{\tau}_{w_1} + \vec{\tau}_{F_{L2}} + \vec{\tau}_{w_2} = 0 \quad (1)$$

Για τα μέτρα των δυνάμεων Laplace σε κάθε τμήμα του αγωγού ισχύει:

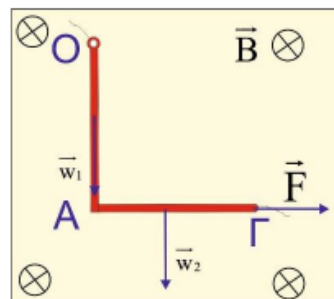
$$F_{L1} = F_{L2} = BIL$$

Αντικαθιστώντας στη σχέση (1) προκύπτει.

$$F_L \cdot \frac{L}{2} + 0 + F_L \cdot \frac{L}{2} - w_2 \cdot \frac{L}{2} = 0 \Rightarrow w_2 = 2F_L \quad (2)$$

Αφού $w > F_L$ **σωστή απάντηση είναι η Β2.**

γ. Πλέον στον αγωγό δεν ασκούνται δυνάμεις από το μαγνητικό πεδίο, οπότε για την νέα ισορροπία και εφαρμόζοντας τη συνθήκη ισορροπίας των ροπών ως προς το Ο θα ισχύει:



$$\Sigma \tau(O) = 0 \Rightarrow \vec{\tau}_F + \vec{\tau}_{w_1} + \vec{\tau}_{w_2} = 0 \Rightarrow F \cdot L - w_2 \cdot \frac{L}{2} = 0 \Rightarrow F = \frac{w_2}{2} \quad (3)$$

Από τις σχέσεις (2) και (3) προκύπτει:

$$F = F_L$$

Επομένως **σωστή απάντηση είναι η Γ1.**

Λύση

Α. Επειδή ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα, οι δυνάμεις που του ασκούνται είναι τα δύο βάρη των τμημάτων του αγωγού, η δύναμη από τον άξονα (η δύναμη από τον άξονα δεν είναι σχεδιασμένη στο σχήμα) και οι δύο δυνάμεις Laplace, αφού ο αγωγός βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο.

Η κατεύθυνση των δυνάμεων Laplace είναι αυτή που φαίνεται στο σχήμα, όπως προκύπτει από τον κανόνα του δεξιού χεριού.

Για τα μέτρα των δυνάμεων Laplace σε κάθε τμήμα του αγωγού ισχύει:

$$F_{L_1} = F_{L_2} = BIL$$

Όπως παρατηρούμε από το σχήμα, οι δύο δυνάμεις Laplace προκαλούν στον αγωγό δύο αντίθετες ροπές που "εξουδετερώνονται" μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι στην ισορροπία του αγωγού και σύμφωνα με τη συνθήκη ισορροπίας των ροπών ως προς το Ο θα ισχύει:

$$\begin{aligned} \Sigma \tau(O) = 0 &\Rightarrow \tau_{F_{L_1}} + \tau_{w_1} + \tau_{F_{L_2}} + \tau_{w_2} + \tau_F = 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow -F_L \cdot \frac{L}{2} + 0 + F_L \cdot \frac{L}{2} - w_2 \cdot \frac{L}{2} + F \cdot L = 0 \Rightarrow F = \frac{w_2}{2} \quad (1) \end{aligned}$$

Επομένως η δύναμη F που απαιτείται για την ισορροπία είναι ανεξάρτητη από τη δύναμη Laplace και κατά συνέπεια και ανεξάρτητη από την ένταση του ρεύματος.

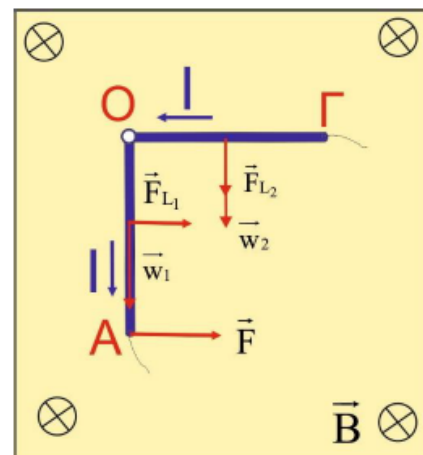
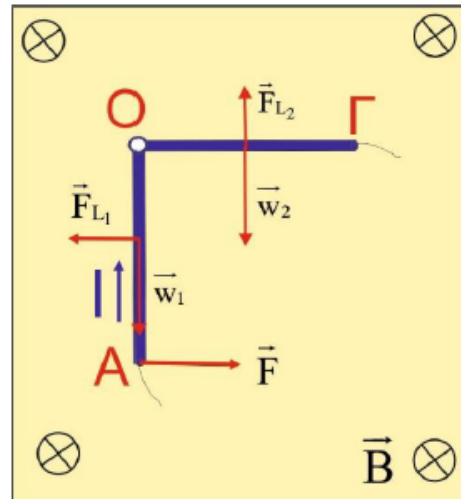
Έτσι, ακόμη και αν αυξηθεί το ρεύμα θα απαιτείται ίδιου μέτρου δύναμη.

Αρα **σωστή απάντηση είναι η Α1.**

Β. Αντιστρέφοντας τη φορά του ρεύματος, σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού αντιστρέφονται οι κατευθύνσεις των δυνάμεων Laplace.

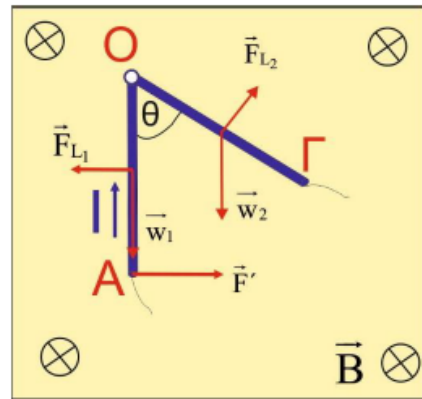
Και πάλι όμως, όπως παρατηρούμε από το σχήμα, οι δύο δυνάμεις Laplace προκαλούν στον αγωγό δύο αντίθετες ροπές που "εξουδετερώνονται" μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι αφού $F = Mg/2$ ο αγωγός θα εξακολουθεί να ισορροπεί.

Αρα **σωστή απάντηση είναι η Β1.**



Γ. Αν το τμήμα ΟΓ του αγωγού σχηματίζει γωνία θ με το τμήμα ΑΟ του αγωγού, τότε θα αλλάξει, σύμφωνα με την κανόνα του δεξιού χεριού η κατεύθυνση της δύναμης Laplace.

Και πάλι όμως, όπως παρατηρούμε από το σχήμα, οι δύο δυνάμεις Laplace προκαλούν στον αγωγό δύο αντίθετες ροπές που "εξουδετερώνονται" μεταξύ τους.



Αυτό σημαίνει ότι η δύναμη F' δεν θα επηρεαζόταν καθόλου από την ένταση του μαγνητικού πεδίου και από την ένταση του ρεύματος που θα διέρρεε τον αγωγό.

Επομένως **σωστή απάντηση είναι η Γ3.**