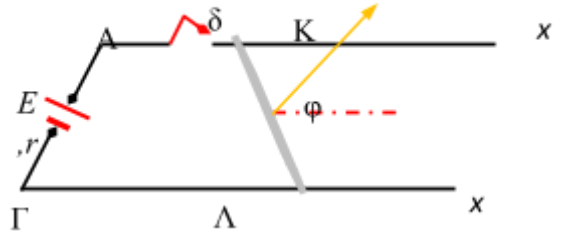


Θα ολισθήσει ή θα ανασηκωθεί;

Ο αγωγός ΚΛ έχει μήκος 1m, μάζα 0,5kg, αντίσταση $R=3\Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει σε επαφή με τους δύο οριζόντιους αγωγούς Αx και Γx με τους οποίους εμφανίζει συντελεστές τριβής $\mu=\mu_s=0,8$. Στα άκρα των δύο οριζοντίων αγωγών συνδέεται γεννήτρια ΗΕΔ με εσωτερική αντίσταση $r=1\Omega$ και η τιμή E της οποίας μπορεί να μεταβάλλεται. Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=0,5T$, που οι δυναμικές του γραμμές είναι κάθετες στον ΚΛ και σχηματίζουν γωνία φ με το οριζόντιο επίπεδο, τέτοια ώστε $\eta\mu\varphi=0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi=0,8$. Σε μια στιγμή κλείνουμε το διακόπτη δ και αυξάνουμε την τιμή της ΗΕΔ σταδιακά. Στον αγωγό ΚΛ



- α) θα προηγηθεί η ολίσθηση αντί της ανύψωσης.
- β) θα προηγηθεί η ανύψωση αντί της ολίσθησης.
- γ) θα συμβούν ταυτόχρονα η ολίσθηση και η ανύψωση.

Επιλέξτε την απάντησή σας.

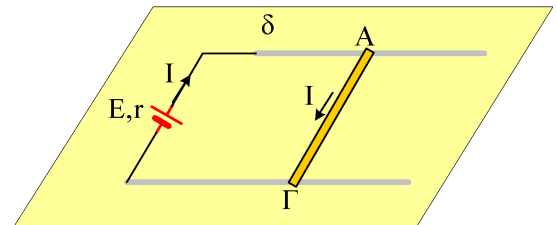
Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

Απάντηση

Σωστή επιλογή είναι το **α**.

Μόλις κλείσουμε το διακόπτη, το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα, με φορά όπως στο σχήμα. Η τιμή του σύμφωνα με τον νόμο του Ohm είναι



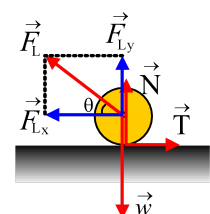
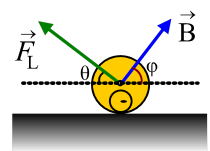
$$I=E/(R+r) \rightarrow I=E/4, \text{ S.I. (1)}$$

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:

$$F_L=B \cdot I \cdot \ell \rightarrow F_L=E/8, \text{ S.I. (2)}$$

Η κατεύθυνση της δύναμης Laplace σχηματίζει γωνία θ με την οριζόντια διεύθυνση.

Με βάση το σχήμα $\theta+\varphi=90^\circ$ οπότε για τη γωνία θ ισχύει $\eta\mu\theta=0,8$ και $\sigma\upsilon\nu\theta=0,6$.



Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στον αγωγό, όπως στο διπλανό σχήμα.

Αναλύοντας την δύναμη Laplace σε οριζόντια και κατακόρυφη συνιστώσα, βρίσκουμε:

$$F_{Lx} = F_L \cdot \sin\theta = \frac{E}{8} 0,6 \rightarrow F_{Lx} = 0,075E \quad \text{S.I. (3)}$$

$$F_{Ly} = F_L \cdot \eta\mu\theta = \frac{E}{8} 0,8 \rightarrow F_{Ly} = 0,1E \quad \text{S.I. (4)}$$

Όσο ο αγωγός ισορροπεί στην κατακόρυφη διεύθυνση ισχύει:

$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow N + F_{Ly} - mg = 0 \rightarrow N = mg - F_{Ly} \rightarrow N = 5 - 0,1E, \quad \text{S.I. (5)}$$

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

$$T_{op} = \mu_s N = 0,8(5 - 0,1E) \rightarrow T_{op} = 4 - 0,08E, \quad \text{S.I. (6)}$$

Ο αγωγός θα ολισθήσει όταν:

$$F_{Lx} \geq T_{op} \rightarrow 0,075E \geq 4 - 0,08E \rightarrow 0,155E \geq 4 \rightarrow 0,155E \geq 4 \rightarrow E \geq 25,8N$$

Ο αγωγός εγκαταλείπει τους οδηγούς όταν $N=0 \rightarrow E=50V$

Έτσι θα προηγηθεί η ολίσθηση έναντι της ανατροπής.

Σχόλια

α) Ο αγωγός δεν κινδυνεύει να στραφεί καθώς η συνισταμένη ροπή περί το κέντρο μάζας είναι συνεχώς μηδενική. Η δύναμη Laplace και το βάρος του διέρχονται από το κέντρο μάζας του αγωγού και λόγω της ομοιογένειας και συμμετρίας του οι κατακόρυφες δυνάμεις επαφής N_1 και N_2 είναι ίσες με τιμή μέτρου $(mg - F_{Ly})/2$ όπως επίσης και οι τριβές T_1 και T_2 με τιμή μέτρου $T_{ολική}/2$.

β) Μόλις ξεκινήσει η ολίσθηση θα αναπτυχθεί στη ράβδο ΗΕΔ από επαγωγή με πολικότητα τέτοια ώστε να τείνει να στείλει ρεύμα αντίθετης φοράς, όπου σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz να θέλει να αναιρέσει την αιτία που την προκάλεσε δηλ. την προς τα αριστερά κίνηση. Το ρεύμα κάθε στιγμή ισούται με $i = (E - BuL)/R_{ολ}$ και στην περίπτωση που το E ήταν σταθερό ο αγωγός θα αποκτούσε από κάποια στιγμή και μετά σταθερή ταχύτητα.

X. Αγριόδημας
chagriodimas@yahoo.gr
chagriodimas@gmail.com