

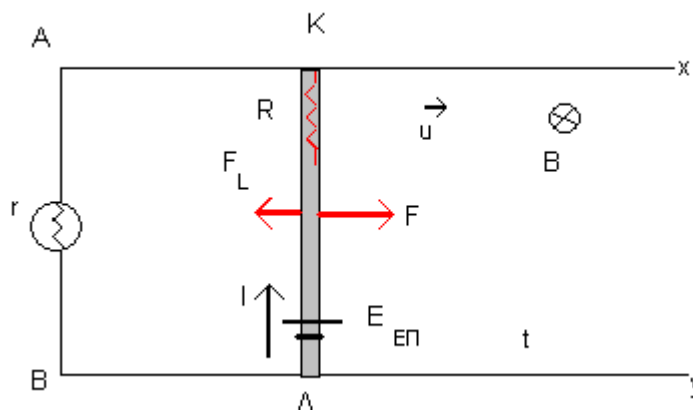


ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΘΕΜΑ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

Αγωγός ΚΛ μήκους $l = 1\text{ m}$ και μάζας $m = 2\text{ kg}$ έχει αντίσταση $R = 3\ \Omega$. Ο αγωγός ΚΛ είναι κάθετα τοποθετημένος και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές στο επίπεδο δύο παράλληλων αγωγών Αx και Βy οι οποίοι συνδέονται με αμπερόμετρο εσωτερικής αντίστασης $r = 1\ \Omega$. Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2\text{ T}$ που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Τη χρονική στιγμή $t = 0$, ο αγωγός ΚΛ έχει ταχύτητα $u_0 = 12\text{ m/s}$ και ασκείται σε αυτόν εξωτερική δύναμη \vec{F} ομόρροπη της ταχύτητας. Ο αγωγός τελικά αποκτά επιτάχυνση μέτρου $a = 2\text{ m/s}^2$.

1. Να υπολογιστεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα σε συνάρτηση με το χρόνο και να αποδοθεί γραφικά.
2. Να υπολογιστεί το φορτίο που διέρχεται από το αμπερόμετρο σε χρόνο $t = 4\text{ s}$.
3. Να υπολογιστεί ο ρυθμός που αυξάνεται η ένταση του ρεύματος.
4. Να υπολογιστεί η εξωτερική δύναμη F τη χρονική στιγμή $t = 4\text{ s}$.

Λύση:



1.

Σχήμα 1

- a. Ο αγωγός ΚΛ κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Άρα στα άκρα του εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή. Η πολικότητά της ΗΕΔ από επαγωγή βρίσκεται από τη

δύναμη Lorentz που ασκείται στα ηλεκτρόνια του αγωγού και η πολικότητά της φαίνεται στο σχήμα.

$$E_{\text{ΕΠ}} = Bul \Rightarrow E_{\text{ΕΠ}} = B(u_0 + at)l \Rightarrow$$

$$E_{\text{ΕΠ}} = 2(12 + 2t)l = 24 + 4t \Rightarrow$$

$$E_{\text{ΕΠ}} = 24 + 12t, (E_{\text{ΕΠ}} \rightarrow V, t \rightarrow s)$$

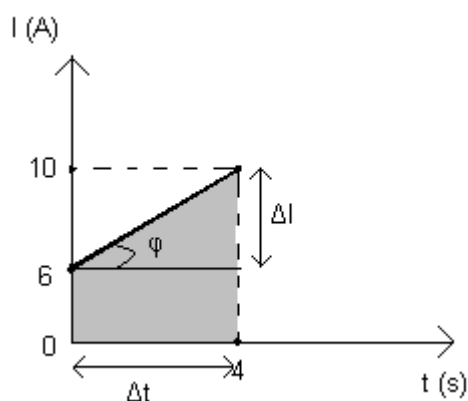
b. Το κύκλωμα είναι κλειστό και θα διαρρέεται από ρεύμα έντασης

$$I = \frac{E_{\text{ΕΠ}}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{E_{\text{ΕΠ}}}{R + r} \Rightarrow$$

$$I = \frac{24 + 4t}{3 + 1} \Rightarrow$$

$$I = 6 + t, (I \rightarrow A, t \rightarrow s)$$

Η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με το χρόνο είναι μία ευθεία γιατί η ένταση I είναι ανάλογη με το χρόνο.



Σχήμα 2

2. Επειδή η ένταση του ρεύματος δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται με το χρόνο, το φορτίο που διέρχεται από το αμπερόμετρο σε κάποιο χρόνο δίνεται από το εμβαδό που περικλείεται από τη γραφική παράσταση της έντασης και του άξονα των χρόνων.

$$\text{Για τα πρώτα } 4 \text{ s: } \begin{aligned} t = 0, I = 6 + 0 = 6A \\ t = 4s, I = 6 + 4 = 10A \end{aligned}$$

| | | |
|-------|---|----|
| I (A) | 0 | 6 |
| t (s) | 4 | 10 |

Από το Σχήμα 2

$$E\mu\beta = \frac{(10+6) \cdot 4}{2} C = 32C$$

Άρα το φορτίο που διέρχεται από το αμπερόμετρο στα πρώτα 4s είναι: $Q = E\mu\beta = 32 C$.

3. Ο ρυθμός αύξησης της έντασης του ρεύματος $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ δίνεται από την κλίση της γραφικής παράστασης έντασης - χρόνου.

$$\begin{aligned} \text{κλίση} = \text{slope} &= \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{(10-6) A}{(4-0) s} = 2 \frac{A}{s} \\ \frac{\Delta I}{\Delta t} &= 2 \frac{A}{s} \end{aligned}$$

4. Καθώς το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα και ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα. Επειδή βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο επάνω του ασκείται δύναμη Laplace

$$\begin{aligned} F_L &= BIl = B(6+t)l \Rightarrow \\ F_L &= 2(6+t)l \Rightarrow \\ F_L &= 12 + 2t, (F_L \rightarrow N, t \rightarrow s) \end{aligned}$$

Εφόσον ο αγωγός αποκτά σταθερή επιτάχυνση $a = 2 \text{ m/s}^2$ θα πρέπει η συνισταμένη των δυνάμεων πάνω του να είναι σταθερή ποσότητα. Επειδή η δύναμη Laplace μεταβάλλεται με το χρόνο και η εξωτερική δύναμη θα πρέπει να είναι μεταβλητή. Τη χρονική στιγμή $t = 4 \text{ s}$, μπορούμε να υπολογίσουμε τη δύναμη Laplace και από το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής θα υπολογίσουμε και την εξωτερική δύναμη F . Τη χρονική στιγμή $t = 4 \text{ s}$ η δύναμη Laplace έχει τιμή:

$$\begin{aligned} F_L &= 12 + 2t \\ F_L &= (12 + 2 \cdot 4)N \\ F_L &= 20N \end{aligned}$$

Άρα από το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής έχουμε:

$$\begin{aligned} \Sigma \vec{F} &= m\vec{a} \Rightarrow \\ F - F_L &= ma \Rightarrow \\ F &= F_L + ma \Rightarrow \\ F &= 20N + 2kg \cdot 2m/s^2 \Rightarrow \\ F &= 24N \end{aligned}$$