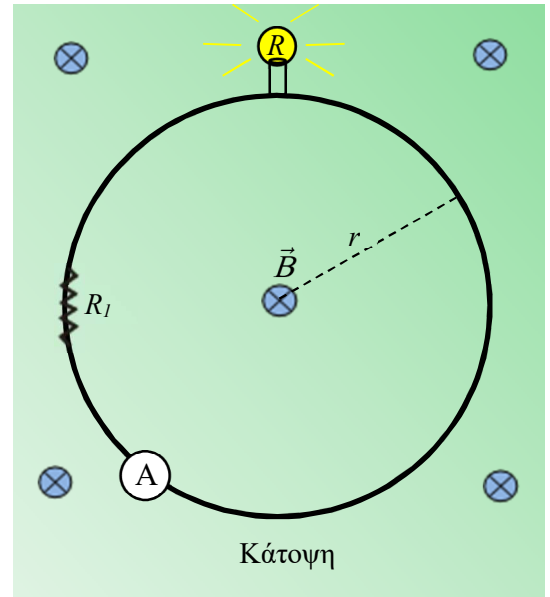


Μια αόρατη πηγή

Μια μικρή λάμπα έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας $6W$, $12V$. Τη συνδέουμε σε σειρά όπως στο σχήμα, με ιδανικό αμπερόμετρο συνεχούς ρεύματος και κυκλικό αγωγό που έχει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 30/\pi \Omega/m$ και ακτίνα $r = 0,6 m$. Το επίπεδο του κυκλικού αγωγού είναι οριζόντιο και στο χώρο δημιουργούμε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, με ένταση μεταβλητού μέτρου, που δίνεται από τη σχέση $B = B_0 + \alpha \cdot t$ (S.I.), όπου α μία θετική σταθερά σε T/s. Παρατηρούμε ότι η λάμπα φωτοβολεί, ενώ το αμπερόμετρο δείχνει ότι η λάμπα λειτουργεί κανονικά.



- Πως εξηγείται η φωτοβολία της λάμπας;
- Ποια είναι η ένδειξη του αμπερομέτρου και η αντίσταση της λάμπας;
- Ποια είναι η ΗΕΔ του κυκλώματος;
- Ποια είναι η τιμή της σταθεράς α ;
- Σχεδιάστε στο σχήμα τη φορά του επαγωγικού ρεύματος, δικαιολογώντας την επιλογή σας.

Απάντηση

α) Για να φωτοβολεί η λάμπα, πρέπει να διαρρέεται από ρεύμα, άρα στο κύκλωμα να εμφανιστεί ΗΕΔ. Ο κυκλικός βρόγχος όμως βρίσκεται μέσα σε μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο, άρα μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του βρόγχου. Σύμφωνα με το νόμο Faraday, αυτή η μεταβολή θα προκαλέσει την εμφάνιση ΗΕΔ, η οποία θα ρευματοδοτήσει το κλειστό κύκλωμα και το λαμπτήρα.*

β) Το ότι λειτουργεί το αμπερόμετρο συνεχούς ρεύματος, δείχνει ότι η ένταση του ρεύματος και η ΗΕΔ που δημιουργήθηκε στο κύκλωμα είναι χρονικά σταθερές, άρα το ρεύμα καλής λειτουργίας του λαμπτήρα προκύπτει από τον τύπο της ισχύος

$$P = V \cdot i \Leftrightarrow i = \frac{P}{V} \Leftrightarrow i = \frac{6}{12} \Leftrightarrow i = 0,5 A$$

$$\text{και η αντίστασή του θα είναι } R = \frac{V}{i} = \frac{12}{0,5} = 24 \Omega$$

γ) Ο κυκλικός αγωγός έχει αντίσταση

$$R_l = R \cdot 2\pi r = \frac{30}{\pi} \cdot 2\pi \cdot 0,6 = 36 \Omega$$

Εφαρμόζουμε το νόμο του Ohm στο κλειστό κύκλωμα

$$E = i \cdot (R_l + R) = 0,5 \cdot (36 + 24) = 30V$$

δ) Η σχέση που δίνει τη μεταβολή του B , είναι γραμμική συνάρτηση του χρόνου, άρα η σταθερά a εκφράζει το ρυθμό μεταβολής του μεγέθους (κλίση της γραφικής παράστασης

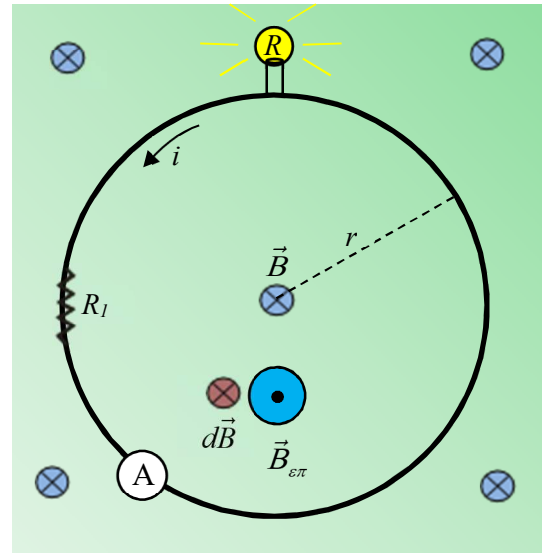
$$B \rightarrow t), \text{ δηλαδή } \frac{dB}{dt} = a$$

Ο νόμος του Faraday δίνει

$$\begin{aligned} |E| &= \frac{d\Phi}{dt} \Leftrightarrow |E| = \frac{d(B \cdot S)}{dt} \Leftrightarrow |E| = \frac{S \cdot dB}{dt} \\ \Leftrightarrow |E| &= S \cdot a \Leftrightarrow a = \frac{|E|}{S} \Leftrightarrow a = \frac{|E|}{\pi r^2} \\ \Leftrightarrow a &= \frac{30}{0,36\pi} \Leftrightarrow a = \frac{250}{3\pi} T/s \end{aligned}$$

ε) Η μαγνητική ροή που διέρχεται από το κύκλωμα αυξάνεται χρονικά, άρα ο ρυθμός μεταβολής της είναι $\frac{d\Phi}{dt} > 0$.

Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, το επαγωγικό ρεύμα θα έχει τέτοια φορά ώστε το επαγόμενο μαγνητικό πεδίο $\vec{B}_{\text{επ}}$, να αντισταθεί στην αύξηση της ροής, δηλαδή να εξασθενήσει την υπάρχουσα μαγνητική ροή. Άρα οφείλει να έχει φορά αντίθετη του υπάρχοντος μαγνητικού πεδίου. Αν χρησιμοποιήσουμε τον κανόνα του δεξιού χεριού, με τον αντίχειρα να δείχνει προς τον αναγνώστη, προκύπτει ότι η φορά του επαγωγικού ρεύματος πρέπει να είναι αριστερόστροφη (αντιωρολογιακή).



- Μπορούμε να σχεδιάσουμε επίσης το $\vec{B}_{\text{επ}}$ και με άλλο τρόπο. Σχεδιάζουμε το διάνυσμα $d\vec{B}$ της μεταβολής του μαγνητικού πεδίου και στη συνέχεια το $\vec{B}_{\text{επ}}$ θα είναι πάντα αντίρροπο με αυτό.

***Σχόλιο**

Η εξήγηση αυτή προφανώς είναι ελλιπής. Γιατί η μεταβολή της μαγνητικής ροής, δημιουργεί ΗΕΔ ενώ δεν υπάρχει σχετική κίνηση του αγωγού ως προς το μαγνητικό πεδίο; Είμαστε υποχρεωμένοι να δεχτούμε ότι στο εσωτερικό του αγωγού δημιουργήθηκε ηλεκτρικό πεδίο, το οποίο ασκεί δυνάμεις στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του κυκλώματος και προκαλεί δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος. Και ποια είναι η αιτία της δημιουργίας του ηλεκτρικού πεδίου; Μα η μεταβολή της μαγνητικής ροής που προέρχεται από το μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο. Δηλαδή το χρονικά μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο προκάλεσε τη δημιουργία ηλεκτρικού πεδίου και της ΗΕΔ από επαγωγή. Το επαγόμενο ηλεκτρικό πεδίο υπάρχει σε όλο το χώρο και όχι μόνο στο εσωτερικό του αγωγού. Η παρουσία του αγωγού, βοηθάει στην αισθητοποίηση του πεδίου, αφού δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα, που ανιχνεύεται με το αμπερόμετρο.

Υλικό Φυσικής-Χημείας

Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια:

Ανδρέας Φιζόπουλος