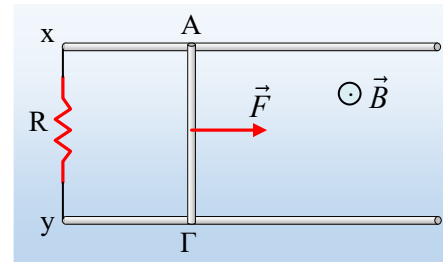


Η επιτάχυνση του αγωγού με σταθερή την δύναμη

Ο αγωγός ΑΓ του σχήματος μάζας m, μπορεί να κινείται οριζόντια σε επαφή με δύο οριζόντιους μεταλλικούς αγωγούς, χωρίς τριβές, οι οποίοι δεν εμφανίζουν αντίσταση και που στα άκρα τους x,y συνδέεται ένας αντιστάτης. Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ένα ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο, έντασης B και ο αγωγός ηρεμεί. Κάποια στιγμή t₀=0 ασκούμε στον αγωγό μια σταθερή οριζόντια δύναμη F, οπότε επιταχύνεται προς τα δεξιά.



i) Να εξηγήσετε γιατί ο αντιστάτης διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, κατά την κίνηση του αγωγού ΑΓ.

ii) Η επιτάχυνση του αγωγού κάποια στιγμή t₁>0 έχει μέτρο:

α) $a_1 < F/m$, β) $a_1 = F/m$, γ) $a_1 > F/m$.

iii) Κάποια επόμενη χρονική στιγμή t₂>t₁, ο αγωγός ΑΓ έχει επιτάχυνση a₂, με μέτρο:

α) $a_2 < a_1$, β) $a_2 = a_1$, γ) $a_2 > a_1$.

iv) Αν από τη στιγμή t₁ μέχρι τη στιγμή t₂ ο αγωγός διανύει απόσταση d, τότε η θερμότητα που παράγεται στον αντιστάτη R (η ράβδος ΑΓ δεν παρουσιάζει αντίσταση) είναι:

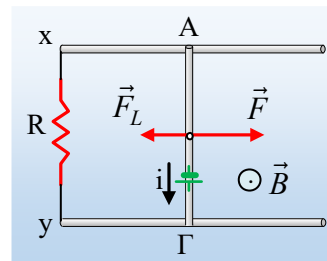
α) $Q_{\theta} < F \cdot d$, β) $Q_{\theta} = F \cdot d$, γ) $Q_{\theta} > F \cdot d$.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Απάντηση:

i) Από την επιφάνεια του ορθογωνίου xΑΓy διέρχεται μαγνητική ροή, όπου θεωρώντας την κάθετη στο επίπεδο ίδιας κατεύθυνσης με την ένταση του πεδίου είναι ίση με $\Phi = B \cdot S = B \cdot (xA) \cdot \ell$. Αλλά καθώς κινείται προς τα δεξιά ο αγωγός ΑΓ η απόσταση (xA) αυξάνεται, οπότε μεταβάλλεται και η μαγνητική ροή, κατά συνέπεια εμφανίζεται στο κύκλωμα ΗΕΔ από επαγωγή $E = -d\Phi/dt$ ή μέτρου $E = Bv\ell$. Αποτέλεσμα αυτής της ΗΕΔ, είναι το κύκλωμα xΑΓyx, να διαρρέεται από ρεύμα, άρα και ο αντιστάτης R.

ii) Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz το επαγωγικό ρεύμα θα έχει την φορά του διπλανού σχήματος (από το Α στο Γ), αφού τότε θα ασκηθεί δύναμη Laplace στον ΑΓ, τείνοντας να τον σταματήσει. Από τον 2^ο νόμο του Νεύτωνα για τον αγωγό ΑΓ θα έχουμε:



$$\Sigma F = ma \rightarrow a = \frac{F - F_L}{m} < \frac{F}{m}$$

Σωστό το α)

iii) Από την παραπάνω εξίσωση παίρνουμε:

$$a = \frac{F - F_L}{m} = \frac{F - Bi\ell}{m} = \frac{F - B \frac{E_{\epsilon\pi}}{R} \ell}{m} = \frac{F - \frac{B^2 \ell^2 v}{R}}{m} \rightarrow$$

$$\alpha = \frac{F}{m} - \frac{B^2 \ell^2 v}{mR} \quad (1)$$

Αλλά καθώς περνά ο χρόνος, έχοντας ο αγωγός επιτάχυνση, η ταχύτητά του αυξάνεται, συνεπώς από την (1) βλέπουμε ότι η επιτάχυνσή του μειώνεται, συνεπώς $\alpha_2 < \alpha_1$.

Σωστό το α).

iv) Από την στιγμή t_1 μέχρι τη στιγμή t_2 μεταφέρεται στον αγωγό ΑΓ ενέργεια μέσω του έργου της δύναμης F , ίση με :

$$W_F = F \cdot d$$

Ένα μέρος αυτής μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια και στη συνέχεια σε θερμότητα στον αντιστάτη, μέσω του έργου της δύναμης Laplace και το υπόλοιπο αυξάνει την κινητική ενέργεια του αγωγού ΑΓ. Θα μπορούσαμε δηλαδή να γράψουμε:

$$W_F = Q_\theta + \Delta K \rightarrow Q_\theta = F \cdot d - \Delta K$$

Αλλά αφού η ταχύτητα του ΑΓ αυξάνεται, $\Delta K > 0$ από την παραπάνω εξίσωση προκύπτει:

$$Q_\theta = F \cdot d - \Delta K < F \cdot d$$

Σωστό το α)

dmargaris@gmail.com