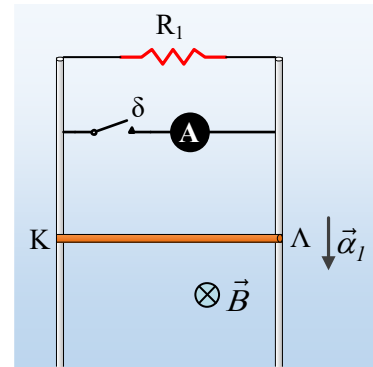


Όταν ο επιμένων, μετατοπίζεται λίγο!

Ο αγωγός ΚΛ έχει μήκος $\ell=1\text{m}$, μάζα $m=0,2\text{kg}$ και αντίσταση $R=2\Omega$ και τη χρονική στιγμή $t=0$ αφήνεται να κινηθεί κατακόρυφα, όπως στο σχήμα, μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=1\text{T}$, σε επαφή με τους δύο κατακόρυφους στύλους, χωρίς τριβές. Δίνονται $R_1=3\Omega$, οι κατακόρυφοι στύλοι δεν παρουσιάζουν αντίσταση, ενώ $g=10\text{m/s}^2$. Μετά από λίγο, τη στιγμή t_1 ο αγωγός ΚΛ έχει στιγμιαία επιτάχυνση $a_1=6\text{m/s}^2$.



i) Για την παραπάνω στιγμή ζητούνται:

α) Η ταχύτητα του αγωγού ΚΛ.

β) Ο ρυθμός με τον οποίο παράγεται θερμότητα στον αντιστάτη R_1 .

γ) Οι ρυθμοί μεταβολής της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας του αγωγού, καθώς και η ισχύς της δύναμης Laplace που ασκείται στον αγωγό ΚΛ.

ii) Τη στιγμή t_1 κλείνουμε το διακόπτη δ , παρεμβάλλοντας στο κύκλωμα το ιδανικό αμπερόμετρο, που φαίνεται στο σχήμα.

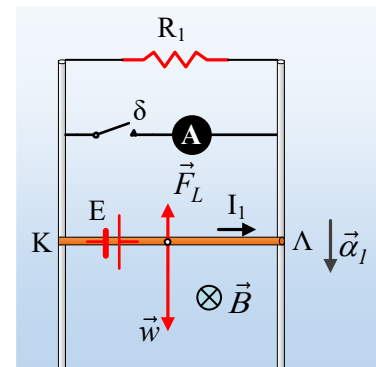
α) Ποια η ένδειξη του αμπερομέτρου αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη;

β) Ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός με το οποίος παράγεται θερμότητα στον αντιστάτη R_1 ;

γ) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση του αγωγού ΚΛ την χρονική στιγμή $t_2=t_1+2\text{s}$.

Απάντηση:

Μόλις αρχίσει να πέφτει ο αγωγός ΚΛ, θα εμφανιστεί πάνω του μια ΗΕΔ λόγω επαγωγής, με πολικότητα όπως στο σχήμα, αφού θα πρέπει το ηλεκτρικό ρεύμα να έχει φορά από το Κ→Λ, γιατί μόνο τότε η δύναμη Laplace που θα ασκηθεί πάνω του από το μαγνητικό πεδίο, θα έχει φορά προς τα πάνω, τείνοντας να αντισταθεί στην κίνηση του αγωγού.



i) Από τον θεμελιώδη νόμο της δυναμικής για τον αγωγό ΚΛ, τη στιγμή t_1 παίρνουμε:

$$\Sigma F_1 = ma_1 \rightarrow mg - F_L = ma_1 \rightarrow mg - BI_1\ell = ma_1 \rightarrow$$

$$I_1 = \frac{m(g - a_1)}{B\ell} = \frac{0,2(10 - 6)}{1 \cdot 1} \text{A} = 0,8 \text{A}$$

α) Από τον νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα, για τη στιγμή t_1 , παίρνουμε:

$$I_1 = \frac{E_1}{R + R_1} \rightarrow I_1 = \frac{Bv_1\ell}{R + R_1} \rightarrow$$

$$v_1 = \frac{I_1(R + R_1)}{B\ell} = \frac{0,8(2 + 3)}{1 \cdot 1} \text{m/s} = 4 \text{m/s}$$

β) Από τον νόμο του Joule για τον αντιστάτη R_1 παίρνουμε:

$$\frac{dQ_\theta}{dt} = P_1 = I_1^2 R_1 = 0,8^2 \cdot 3J/s = 1,92J/s$$

γ) Το μέτρο της δύναμης Laplace, ελάχιστα πριν το κλείσιμο του διακόπτη, τη στιγμή t_1 έχει μέτρο:

$$F_{L,1} = BI_1 \ell = 1 \cdot 0,8 \cdot 1N = 0,8N$$

Οπότε για τους ζητούμενους ρυθμούς, θα έχουμε:

$$\frac{dK}{dt} = \frac{|\Sigma F| \cdot |dy| \cdot \sigma \nu \theta^o}{dt} = |\Sigma F| \cdot |v_1| = (mg - F_{L,1}) \cdot v_1 \rightarrow$$

$$\frac{dK}{dt} = (0,2 \cdot 10 - 0,8) \cdot 4J/s = 4,8J/s$$

$$\frac{dU}{dt} = -\frac{dW_w}{dt} = -mg \cdot |v_1| = -0,2 \cdot 10 \cdot 4J/s = -8J/s$$

$$P_{F_{L,1}} = -|F_{L,1}| \cdot |v_1| = -0,8 \cdot 4W = -3,2W$$

ii) Αφού το αμπερόμετρο είναι ιδανικό, έχει μηδενική εσωτερική αντίσταση, οπότε επί της ουσίας βραχυκυκλώνουμε την «πηγή», δηλαδή τον αγωγό ΚΛ, οπότε ο αντιστάτης παύει να διαρρέεται από ρεύμα (η τάση στα άκρα του μηδενίζεται), το οποίο διέρχεται από το αμπερόμετρο.

α) Η ένδειξη του αμπερομέτρου, θα είναι ίση με το ρεύμα βραχυκύκλωσης:

$$I_\beta = \frac{E}{R} = \frac{Bv_1 \ell}{R} = \frac{1 \cdot 4 \cdot 1}{2} A = 2A$$

β) Με βάση τα προηγούμενα ο αντιστάτης δεν διαρρέεται από ρεύμα, οπότε και δεν παράγεται θερμότητα πάνω του.

$$\frac{dQ_\theta}{dt} = 0$$

γ) Μόλις κλείσουμε το διακόπτη, αλλάζει η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΚΛ, οπότε αλλάζει και το μέτρο της δύναμης Laplace που δέχεται από το μαγνητικό πεδίο.

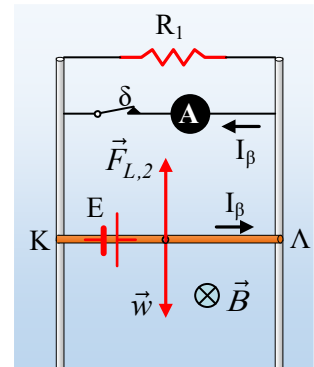
$$F_{L,2} = BI_\beta \ell = 1 \cdot 2 \cdot 1N = 2N$$

Οπότε από το 2^ο νόμο του Νεύτωνα βρίσκουμε:

$$\Sigma F_2 = ma_2 \rightarrow mg - F_{L,2} = ma_2 \rightarrow$$

$$a_2 = \frac{0,2 \cdot 10 - 2}{0,2} = 0$$

Ο αγωγός θα συνεχίσει δηλαδή την κίνησή του με σταθερή ταχύτητα, εκτελώντας ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, χωρίς να έχει κάποια επιτάχυνση!



dmargaris@gmail.com