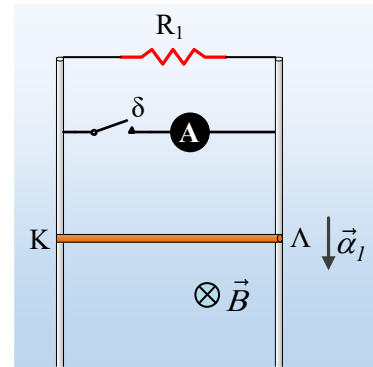


### Όταν ο επιμένων, μετατοπίζεται λίγο!

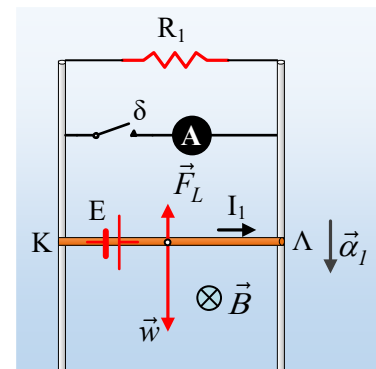
Ο αγωγός ΚΛ έχει μήκος  $\ell=1\text{m}$ , μάζα  $m=0,2\text{kg}$  και αντίσταση  $R=2\Omega$  και τη χρονική στιγμή  $t=0$  αφήνεται να κινηθεί κατακόρυφα, όπως στο σχήμα, μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B=1\text{T}$ . Δίνονται  $R_1=3\Omega$ , οι κατακόρυφοι στύλοι δεν παρουσιάζουν 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:
- Η ταχύτητα του αγωγού ΚΛ.
  - Ο ρυθμός με τον οποίο παράγεται θερμότητα στον αντιστάτη  $R_1$ .
  - 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  $\delta$ , παρεμβάλλοντας στο κύκλωμα το ιδανικό αμπερόμετρο, που φαίνεται στο σχήμα.
- Ποια η ένδειξη του αμπερομέτρου αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη;
  - Ποιος ο αντίστοιχος ρυθμός με τον οποίο παράγεται θερμότητα στον αντιστάτη  $R_1$ ;
  - 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  $K \rightarrow \Lambda$ , 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:

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

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:

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

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

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

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

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:

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

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<sup>ο</sup> 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!

