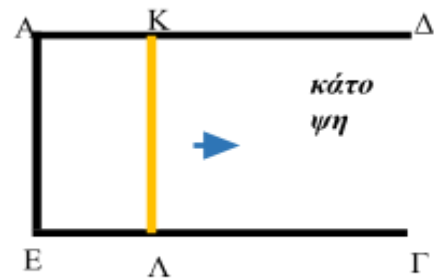


Επαγωγή σε σύρμα μεταβλητής αντίστασης

Το αγώγιμο σύρμα ΔΑΕΓ μήκους $L=21\text{m}$ και σταθερής διατομής βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μέτρου έντασης $B=2\text{T}$ και κατεύθυνσης από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Ο αγωγός ΚΛ, με μήκος $l=1\text{m}$ και αμελητέας εσωτερικής αντίστασης, κινείται, με ταχύτητα $v=1\text{m/s}$, χωρίς τριβές πάνω στους παράλληλους αγωγούς ΑΔ και ΕΓ που απέχουν απόσταση 1m , μένοντας διαρκώς κάθετος και σε επαφή μ' αυτούς.



Σχήμα 1.

Τη στιγμή $t=0$ ο αγωγός ΚΛ βρίσκεται στην πλευρά ΑΕ και τη χρονική στιγμή $t=2\text{s}$ η ένταση του ρεύματος είναι 2A .

- i.** Να βρείτε την αντίσταση R^* ανά μονάδα μήκους του σύρματος ΔΑΕΓ.
- ii.** Να γίνει η γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση του χρόνου σε αριθμημένους άξονες μέχρι ο αγωγός να αποχωριστεί από το σύρμα ΔΑΕΓ.
- iii.** Να βρείτε την θερμική ισχύ σε κάθε πλευρά του σύρματος τη χρονική στιγμή που η τάση $V_{KA}=2,5V_{AE}$.
- iv.** Το επαγωγικό φορτίο που έχει διακινηθεί σε όλη τη διάρκεια της κίνησης του αγωγού είναι $q_{επ}=20/4,2\text{ C}$. Επιβεβαιώστε ή όχι την παραπάνω πρόταση.

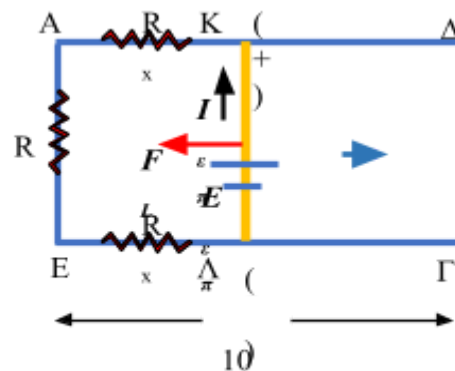
Απάντηση

i. Καθώς εισέρχεται ο αγωγός μέσα στο μαγνητικό πεδίο εμφανίζεται Η.Ε.Δ. από επαγωγή με την πολικότητα που έχει σημειωθεί στο σχήμα. Το ρεύμα θα διαρρέει το κλειστό κύκλωμα ΑΚΛΕ.

Αν σε χρόνο t ο αγωγός έχει μετακινηθεί κατά x , η αντίσταση στο μήκος x θα ισούται

$$\text{με } R_x = \frac{\rho x}{S}$$

$$\frac{R_{AE}}{R_x} = \frac{\frac{\rho l}{S}}{\frac{\rho x}{S}} = \frac{l}{x} \rightarrow R_x = R_{AE} \frac{x}{l} \rightarrow R_x = R \frac{v \cdot t}{l}$$



Σχήμα 2.

$$i = \frac{E_{επ}}{R_{AE} + R_{AK} + R_{\Lambda\Lambda}} \xrightarrow{R_{AK}=R_{\Lambda\Lambda}=R_x} i = \frac{Bv \cdot l}{R + 2R_x} \rightarrow i = \frac{Bv \cdot l}{R + 2R \frac{v \cdot t}{l}} \rightarrow i = \frac{2 \cdot 1 \cdot 1}{R + 2R \frac{1 \cdot t}{1}}$$

$$i = \frac{2}{R + R \cdot 2t} \quad (1)$$

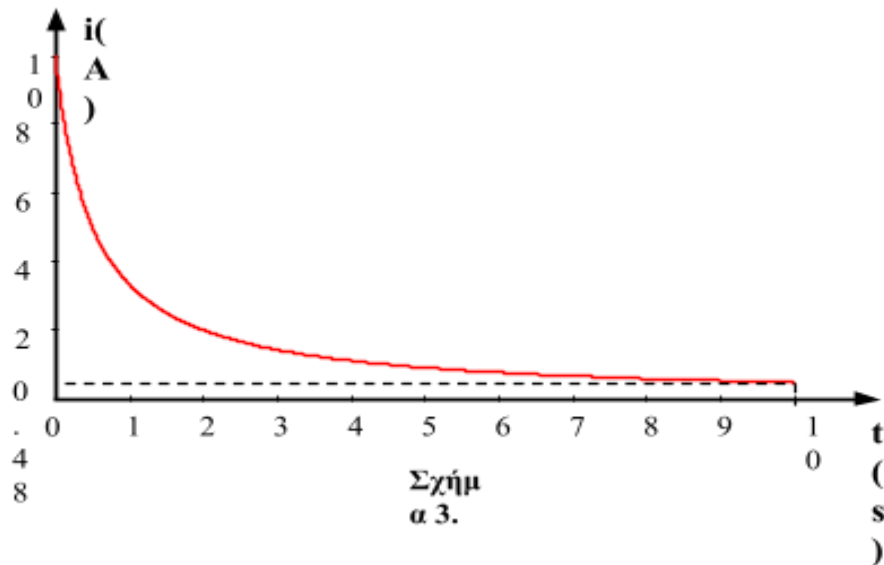
Για $t=2s$, $i=2A$

$$2 = \frac{2}{R + R \cdot 2} \rightarrow R = 0,2\Omega$$

Η αντίσταση R αντιστοιχεί σε μήκος $l=1m$ και έτσι η αντίσταση ανά μονάδα μήκους

του σύρματος είναι $R^* = 0,2 \frac{\Omega}{m}$. Για κάθε στιγμή $R_{ολ} = R + R \cdot 2t = 0,2 + 0,4t$

ii. Από τη σχέση 1 προκύπτει $i = \frac{2}{0,2 + 0,4t}$. Ο αγωγός αποχωρίζεται την $t=10s$. Το ρεύμα τη στιγμή αυτή είναι $i=2/4.2A \approx 0.48A$



iii.

$$V_{KA} + V_{AE} + V_{EA} = E_{ετ} \rightarrow 2V_{KA} + V_{AE} = Bul \rightarrow 5 \cdot V_{AE} + V_{AE} = Bul \rightarrow 6V_{AE} = 2 \rightarrow V_{AE} = 1/3V$$

$$i \cdot R = 1/3 \rightarrow i = 10/6A \rightarrow i = 5/3A$$

$$V_{KA} = R_{EA} = 2,5/3 V.$$

$$\text{Έτσι } P_{R,AE} = V_{AE} \cdot i = 1/3 \cdot 5/3 = 5/9W$$

$$\text{Και } P_{R,KA} = P_{R,EA} = V_{KA} \cdot i = 2,5/3 \cdot 5/3 = 12,5/9W$$

v.

Το επαγωγικό φορτίο δίνεται από το εμβαδό του διαγράμματος 3. Η αντίσταση του σύρματος δεν είναι σταθερή και δεν ισχύει ο νόμος του Neumann. Την $t=0$ η αντίσταση είναι η μικρότερη και ίση με $R_{AE}=0.2\Omega$ ενώ την $t=10s$ η αντίσταση είναι $R_{\Delta A E \Gamma} = 4,2\Omega$. Η μεταβολή της μαγνητικής ροής είναι συνολικά $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S = 20Wb$. Δεδομένου ότι το ρεύμα ελαττώνεται το φορτίο θα είναι ανάμεσα στο

$$\frac{\Delta\Phi}{R_{AE}} > q > \frac{\Delta\Phi}{R_{\Delta AEF}} \rightarrow \frac{20}{0.2} > q > \frac{20}{4.2} \rightarrow 40C > q > 4,76C$$

Επομένως η πρόταση είναι λάθος.

Αναλυτικά

$$q = \int_0^{10} i dt = \int_0^{10} \frac{2}{0.2 + 0.4t} dt = 5 \ln |0.2 + 0.4t| \Big|_0^{10} = 15,2226 \quad C$$

ή μέσω του graph το εμβαδό είναι ίσο με 15,2226

