

Ένας κινούμενος αγωγός

Στη διάταξη του σχήματος, ο αγωγός ΚΛ έχει μήκος $l = 1 \text{ m}$, αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 5 \Omega/\text{m}$ και κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 2 \text{ m/s}$. Το επίπεδο της κίνησης είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B = 1 \text{ T}$. Το άκρο Κ του αγωγού συμπίπτει με το σημείο τομής Ο δύο αγωγών Οχ και Ογ, που σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία $\varphi = 45^\circ$. Ο αγωγός Ογ έχει αμελητέα αντίσταση ενώ ο αγωγός Οχ έχει αντίσταση ανά μονάδα μήκους $R^* = 5 \Omega/\text{m}$. Βρείτε:

- Τη μαγνητική ροή που διέρχεται από τον βρόχο σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε τη γραφική της παράσταση.
- Την ΗΕΔ από επαγωγή στον βρόχο σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε τη γραφική της παράσταση.
- Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει τον βρόχο σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε τη γραφική του παράσταση.
- Την εξωτερική δύναμη που πρέπει να ασκούμε στον κινούμενο αγωγό σαν συνάρτηση του χρόνου και κάντε τη γραφική της παράσταση.
- Το επαγωγικό φορτίο που μετακινήθηκε στο κύκλωμα.

Απ. [α. $\Phi = 2t^2 \text{ (SI)}$, **β.** $\mathcal{E}_{\text{επ}} = 4t \text{ (SI)}$, **γ.** $I = 0,2 \text{ A}$, **δ.** $F = 0,4t \text{ (SI)}$, **ε.** $q = 0,1 \text{ C}$]

ΛΥΣΗ

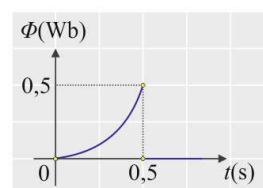
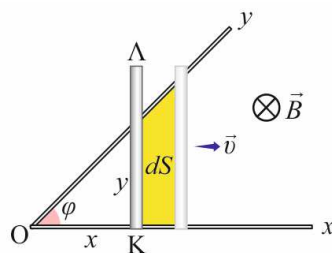
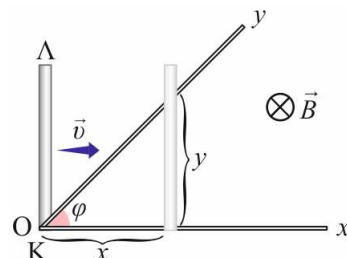
α. Το ορθογώνιο τρίγωνο είναι ισοσκελές. Οι κάθετες πλευρές του τριγώνου έχουν μήκη x και y και ισχύει $x = y$. Όταν το πάνω άκρο Λ του αγωγού έρχεται σε επαφή με το σύρμα Ογ τότε οι κάθετες πλευρές του ορθογωνίου τριγώνου έχουν μήκος l και η μετατόπιση του αγωγού ΚΛ είναι $x = l$. Ο αγωγός χάνει την επαφή του με τον οδηγό Ογ τη χρονική στιγμή:

$$t_1 = l/v = 0,5 \text{ s}$$

Για $t < t_1$ η μαγνητική ροή που διέρχεται από τον βρόχο είναι:

$$\Phi = BA = B \frac{1}{2} xy = \frac{1}{2} Bx^2 = \frac{1}{2} Bv^2 t^2 \Rightarrow \Phi = 2t^2 \text{ (SI)}$$

Η γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής συναρτήσει του χρόνου φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



β. Κάποια χρονική στιγμή t ο αγωγός έχει προχωρήσει κατά $x = vt$ και διέρχεται από το κύκλωμα μαγνητική ροή Φ . Σε χρόνο dt ο αγωγός προχωράει κατά dx και το εμβαδόν του κυκλώματος αυξάνεται κατά:

$$dS = xdx$$

Η επαγωγική ΗΕΔ που αναπτύσσεται στον βρόχο είναι:

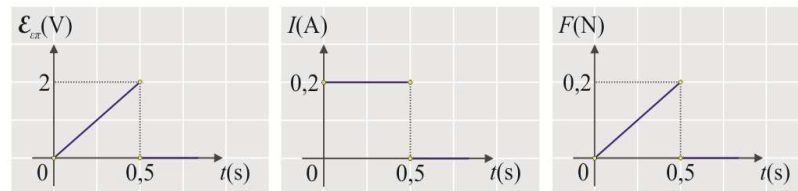
$$\mathcal{E}_{\varepsilon\pi} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{BdS}{dt} = \frac{Bxdx}{dt} = Bxv = Bv^2t \Rightarrow \mathcal{E}_{\varepsilon\pi} = 4t \text{ (SI)}$$

γ. Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει τον βρόχο υπολογίζεται από τον νόμο του Ohm:

$$I = \frac{\mathcal{E}_{\varepsilon\pi}}{R_{ολ}} = \frac{Bv^2t}{2vtR^*} \Rightarrow I = 0,2 \text{ A} = \text{σταθ.}$$

δ. Η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό έχει μέτρο $F_L = BIy$. Η εξωτερική δύναμη που πρέπει να ασκούμε στον κινούμενο αγωγό για να κινείται με σταθερή ταχύτητα είναι αντίθετη της δύναμης Laplace:

$$F = F_L = BIy \Rightarrow F_L = B I v t = 0,4t \text{ (SI)}$$



ε. Το επαγωγικό φορτίο που μετακινήθηκε στο κύκλωμα είναι:

$$q = It \Rightarrow q = 0,1 \text{ C}$$