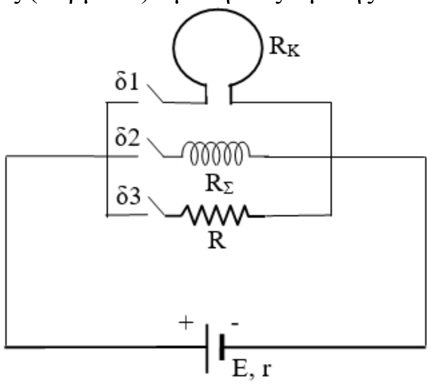
Στα Μυστικά της Φυσικής – Ενδεικτικές Ασκήσεις

Κυκλικός αγωγός & σωληνοειδές (§ 4.2 Σχολικού βιβλίου Α' τεύχος)

Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος, το οποίο αποτελείται από

- ☞ ηλεκτρική πηγή με ΗΕΔ $E = 24\ V$ και εσωτερική αντίσταση $r = 2\ \Omega$
- ☞ κυκλικό αγωγό ακτίνας $\rho = 2\pi\ cm$ και ωμικής αντίστασης $R_K = 6\ \Omega$
- ☞ σωληνοειδές με Ν=1.000 σπείρες, μήκος $L = 20\ cm$, αντίσταση μιας σπείρας $R^* = 0{,}003\ \Omega / \sigma\pi\varepsilon\acute{\iota}\rho\alpha$ και ολικής ωμικής αντίστασης R_Σ
- ☞ αντίσταση $R = 2\ \Omega$
- ☞ τρεις διακόπτες
- ☞ μεταλλικούς αγωγούς (σύρματα) αμελητέας ωμικής αντίστασης



Αρχικά και οι τρεις διακόπτες είναι ανοικτοί.

α. Κλείνουμε το διακόπτη (δ1). Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου (μέτρο και κατεύθυνση) στο κέντρο του κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού.

β. Κλείνουμε και το διακόπτη (δ2). Να υπολογίσετε

β₁. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού.

β₂. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς

β₃. Να συγκρίνετε τα μέτρα των δύο εντάσεων.

γ. Κλείνουμε και το διακόπτη (δ3). Να υπολογίσετε

γ₁. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού.

γ₂. το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο άκρο του σωληνοειδούς.

Δίνεται η σταθερά $k_\mu = 10^{-7}\ N / A^2$.

Λύση

α. Από το νόμο του Ohm βρίσκουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα: $I = \dfrac{E}{r + R_K} = \dfrac{24}{6+2} = 3\ A$.

Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού είναι: $B = k_\mu \cdot \frac{2\pi \cdot I}{\rho} = \frac{2\pi \cdot 3}{2\pi \cdot 10^{-2}} = 3 \cdot 10^{-5}\ T$

Από τον κανόνα δεξιού χεριού βρίσκουμε την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού, που είναι κάθετη στο επίπεδο του αγωγού και έχει φορά: $\otimes$

β1. Η ολική ωμική αντίσταση R_Σ του σωληνοειδούς είναι: $R_\Sigma = N \cdot R^* = 3\ \Omega$.

Η ολική ωμική αντίσταση $R_{\kappa,\Sigma}$ του κυκλικού αγωγού και του σωληνοειδούς ισούται με $R_{\kappa,\Sigma} = \frac{R_K \cdot R_\Sigma}{R_K + R_\Sigma} = \frac{6 \cdot 3}{6+3} = 2\ \Omega$.

Η ολική αντίσταση του κυκλώματος ισούται με: $R_{o\lambda} = R_{\kappa\Sigma} + r = 2+2 = 4\ \Omega$.

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την ηλεκτρική πηγή υπολογίζεται από το νόμο του Ohm: $I = \frac{E}{R_{o\lambda}} = \frac{24}{4} = 6\ A$.

Η πολική τάση στα άκρα της ηλεκτρικής πηγής ισούται με:
$V_\pi = E - I \cdot r = 24 - 6 \cdot 2 = 12\ V$.

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό είναι:

$I_K = \frac{V_\pi}{R_K} = 2\ A$

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού έχει μέτρο

$B_K = k_\mu \cdot \frac{2\pi \cdot I_K}{\rho} = 10^{-7} \cdot \frac{2\pi \cdot 2}{2\pi \cdot 10^{-2}} 2 \cdot 10^{-5}\ T$.

β2. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές είναι: $I_\Sigma = \frac{V_\pi}{R_\Sigma} = 4\ A$

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς έχει μέτρο

$B_\Sigma = k_\mu \cdot 4\pi \cdot \frac{N}{L} \cdot I_\Sigma = 10^{-7} \cdot 4\pi \cdot 5000 \cdot 4 = 8\pi \cdot 10^{-3}\ T$

β3. Διαιρώντας κατά μέλη βρίσκουμε ότι $B_\Sigma = 400 \cdot \pi \cdot B_\kappa$.

γ1. Η ολική αντίσταση του κυκλώματος ισούται με: $R_{o\lambda} = \frac{R_{K,\Sigma} \cdot R}{R_{K,\Sigma} + R} + r = 1 + 2 = 3\ \Omega$

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την ηλεκτρική πηγή υπολογίζεται από το νόμο του Ohm: $I = \frac{E}{R_{o\lambda}} = \frac{24}{3} = 8\ A$.

Η πολική τάση στα άκρα της ηλεκτρικής πηγής ισούται με:
$V_\pi = E - I \cdot r = 24 - 8 \cdot 2 = 8\ V$.

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό είναι:

$$I_K = \frac{V_\pi}{R_K} = \frac{4}{3}\ A$$

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού έχει μέτρο

$$B_K = k_\mu \cdot \frac{2\pi \cdot I_K}{\rho} = 10^{-7} \cdot \frac{2\pi \cdot 4}{3 \cdot 2\pi \cdot 10^{-2}} = \frac{4}{3} \cdot 10^{-5}\ T\ .$$

γ_2. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές είναι:

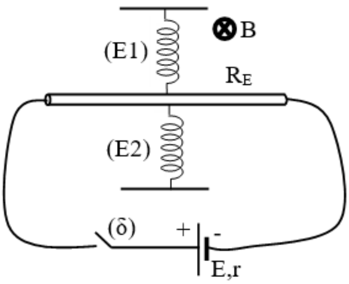
$$I_\Sigma = \frac{V_\pi}{R_\Sigma} = \frac{8}{3}\ A$$

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο άκρο του σωληνοειδούς έχει μέτρο

$$B_\Sigma = \frac{1}{2} \cdot k_\mu \cdot 4\pi \cdot \frac{N}{L} \cdot I_\Sigma = 10^{-7} \cdot 4\pi \cdot 5000 \cdot \frac{8}{3} = \frac{8}{3} \cdot \pi \cdot 10^{-3}\ T\ .$$

Ελατήρια και δύναμη Laplace (§ 4.3 Σχολικού βιβλίου Α' τεύχος)

Δύο κατακόρυφα ιδανικά ελατήρια (Ε1) και (Ε2) είναι πάνω στην ίδια κατακόρυφο και έχουν ίδια σταθερά ελατηρίου K=100 N/m. Το (Ε1) είναι στερεωμένο στο ανώτερο σημείο του και το (Ε2) στο κατώτερο. Τα άλλα άκρα των ελατηρίων, που έχουν το φυσικό τους μήκος, βρίσκονται στο ίδιο σημείο. Τα ελατήρια βρίσκονται μέσα σε ομογενές οριζόντιο μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1\ T$ και φοράς που φαίνεται στο σχήμα. Ευθύγραμμος αγωγός (Ε) μήκους $L = 1\,m$ και ωμικής αντίστασης $R_E = 2\ \Omega$ που διατηρείται συνεχώς οριζόντιος, συνδέεται με τα ελεύθερα άκρα των δύο ελατηρίων με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην αλλοιώνεται το ηλεκτρικό ρεύμα, όταν διαρρέει τον (Ε). Ο αγωγός (Ε) συνδέεται μέσω ηλεκτρικού διακόπτη (δ) και με αβαρή σύρματα αμελητέας ωμικής αντίστασης με ηλεκτρική πηγή ΗΕΔ Ε=8 V και εσωτερικής αντίστασης $r = 2\ \Omega$. Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10\ m/s^2$.



Αρχικά ο διακόπτης (δ) είναι ανοικτός, οπότε το (Ε1) είναι επιμηκυμένο κατά y=1 cm, όταν ο αγωγός ισορροπεί.

Α. Η μάζα του αγωγού (Ε) είναι

α. m=200 g **β.** m=500 g **γ.** m=1 kg

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Β. Κλείνουμε το διακόπτη (δ). Όταν ο αγωγός ισορροπεί, η επιμήκυνση του ελατηρίου (Ε1) είναι

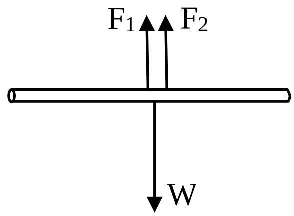
α. 0 **β.** 0,5 cm **γ.** 1 cm

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Λύση

Α. Σωστή απάντηση η **α**.

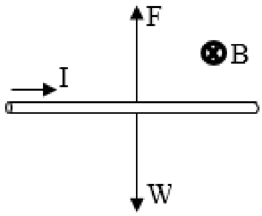
Η επιμήκυνση y του (Ε1) ισούται με τη συσπείρωση του (Ε2), αφού τα άκρα των δύο ελατηρίων είναι στο ίδιο σημείο, όταν τα ελατήρια έχουν φυσικό τους μήκος. Στον αγωγό ασκούνται τρεις δυνάμεις: η $\vec{F_1}$ από το (Ε1), η $\vec{F_2}$ από το (Ε2) και το βάρος W. Ο αγωγός ισορροπεί, άρα



$\Sigma F=0 \Leftrightarrow F_1+F_2-W=0 \Leftrightarrow 2\cdot K\cdot y=m\cdot g \Leftrightarrow$
$2\cdot 100\cdot 0{,}01=m\cdot 10 \Leftrightarrow m=0{,}2\ kg=200\ g$

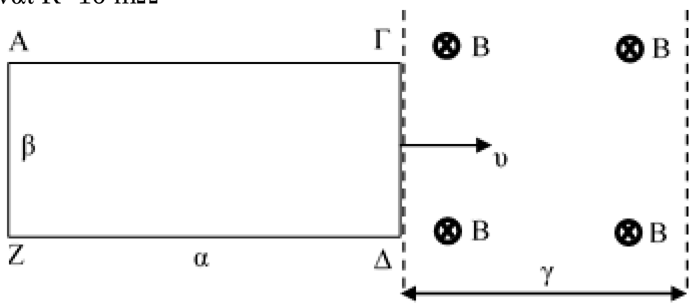
Β. Σωστή απάντηση η **α**.

Όταν κλείσουμε το διακόπτη, η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό έχει μέτρο $F_L=B\cdot I\cdot L \Leftrightarrow F_L=1\cdot 2\cdot 1 \Leftrightarrow F_L=2$ N και κατεύθυνση κατακόρυφα προς τα πάνω, όπως βρίσκουμε με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού. Παρατηρούμε ότι το μέτρο της δύναμης Laplace είναι ίσο με το μέτρο του βάρους, άρα οι δύο αυτές δυνάμεις αλληλοαναιρούνται. Επειδή οι δυνάμεις των ελατηρίων είναι ομόρροπες ή μηδενικές, εφόσον ο αγωγός ισορροπεί και ισχύει ΣF=0, αναγκαστικά οι δυνάμεις των ελατηρίων είναι μηδενικές.



Πλαίσιο κινούμενο σε Ο.Μ.Π. (§ 4.6 Σχολικού βιβλίου Α’ τεύχος)

Ορθογώνιο αγώγιμο πλαίσιο ΑΓΔΖ έχει μήκος α=(ΑΓ)=(ΔΖ)=60 cm και πλάτος β=(ΑΖ)=ΓΔ)=20 cm. Το πλαίσιο κινείται με σταθερή ταχύτητα υ=10 cm/s στο επίπεδό του, με ταχύτητα παράλληλη προς το μήκος του. Η ωμική αντίσταση του πλαισίου είναι R=10 mΩ



Τη χρονική στιγμή t_0=0 το πλαίσιο αρχίζει να εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο πλάτους γ=40 cm, έντασης μέτρου B=1 T και διεύθυνσης κάθετης στο επίπεδο του πλαισίου, όπως φαίνεται στο σχήμα. Από τη χρονική στιγμή t_0=0 έως τη χρονική στιγμή που ολόκληρο το πλαίσιο εξέρχεται από το μαγνητικό πεδίο, να κάνετε τις γραφικές παραστάσεις

α. μαγνητικής ροής (Φ) με το χρόνο (t)

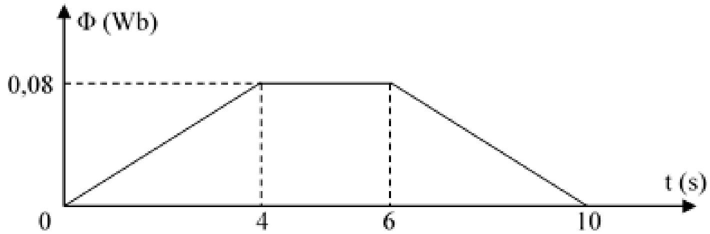
β. τάσης από επαγωγή ($E_{επ}$) με το χρόνο (t)

γ. έντασης ηλεκτρικού ρεύματος (I) με το χρόνο (t)

δ. δύναμης Laplace (F_L) με το χρόνο (t)

Λύση

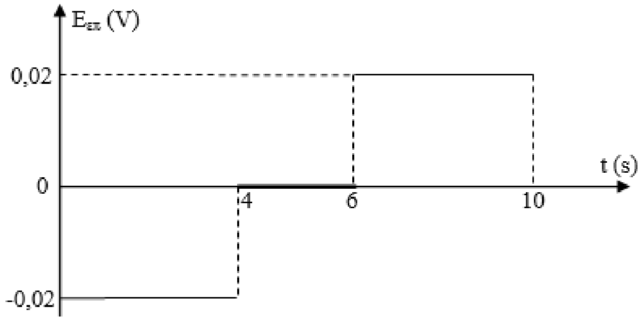
α. Η πλευρά ΓΔ του πλαισίου φτάνει στο τέλος του μαγνητικού πεδίου τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{\gamma}{\upsilon} = \frac{40}{10} = 4$ s. Η πλευρά ΑΖ του πλαισίου φτάνει στην αρχή του μαγνητικού πεδίου τη χρονική στιγμή $t_2 = \frac{a}{\upsilon} = \frac{60}{10} = 6$ s. Η πλευρά ΑΖ του πλαισίου φτάνει στο τέλος του μαγνητικού πεδίου τη χρονική στιγμή $t_3 = \frac{a+\gamma}{\upsilon} = \frac{100}{10} = 10$ s. Από τη χρονική στιγμή t_0=0 έως τη χρονική στιγμή t_1=4 s η μαγνητική ροή αυξάνεται με το χρόνο σύμφωνα με την εξίσωση $Φ=B \cdot S=1 \cdot β \cdot x=β \cdot υ \cdot t=0,2 \cdot 0,1 \cdot t=0,02 \cdot t$ (SI). Από τη χρονική στιγμή t_1=4 s έως τη χρονική στιγμή t_2=6 s η μαγνητική ροή διατηρείται σταθερή και ίση με $Φ=0,02 \cdot 4=0,08$ Wb. Από τη χρονική στιγμή t_2=6 s έως τη χρονική στιγμή t_3=10 s η μαγνητική ροή μειώνεται σύμφωνα με την εξίσωση $Φ=B \cdot S=0,08-1 \cdot β \cdot υ \cdot (t-6)=0,08-0,02(t-6)=0,2-0,02 \cdot t$ (SI). Άρα η γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής (Φ) με το χρόνο (t) είναι:



β. Από τη χρονική στιγμή t_0=0 έως τη χρονική στιγμή t_1=4 s υπολογίζουμε την τάση από επαγωγή ($E_{επ}$) από το νόμο της επαγωγής $E_{επ} = -N \cdot \frac{ΔΦ}{Δt} = -1 \cdot \frac{Δ(0,02 \cdot t)}{Δt} = -0,02$ V. Από τη χρονική στιγμή t_1=4 s έως τη χρονική στιγμή t_2=6 s η μαγνητική ροή είναι σταθερή, άρα η τάση από επαγωγή είναι ίση με μηδέν ($E_{επ}$=0).

Από τη χρονική στιγμή t_2=6 s έως τη στιγμή t_3=10 s υπολογίζουμε την τάση από επαγωγή ($E_{επ}$) από το νόμο της επαγωγής $E_{επ} = -N \cdot \frac{ΔΦ}{Δt} = -1 \cdot \frac{Δ(0,2-0,02 \cdot t)}{Δt} = 0,02$ V.

Άρα η γραφική παράσταση της τάσης από επαγωγή ($E_{επ}$) με το χρόνο (t) είναι:



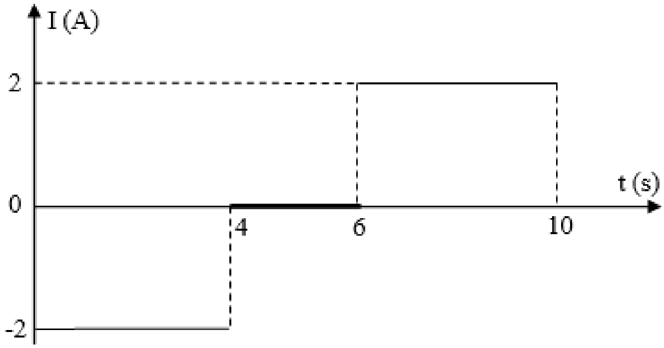
γ. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος (I) υπολογίζεται από το νόμο του Ohm.

Από τη χρονική στιγμή t_0=0 έως τη χρονική στιγμή t_1=4 s: $I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R} = \frac{-0{,}02}{0{,}01} = -2$ A

Από τη χρονική στιγμή t_1=4 s έως τη χρονική στιγμή t_2=6 s: I=0

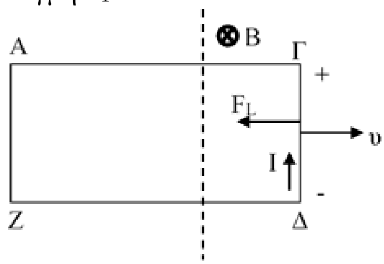
Από τη χρονική στιγμή t_2=6 s έως τη χρονική στιγμή t_3=10 s: $I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R} = \frac{0{,}02}{0{,}01} = 2$ A

Άρα η γραφική παράσταση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος (I) με το χρόνο (t) είναι:



δ. Η δύναμη Laplace είναι αντίθετη στην κίνηση, άρα έχει αρνητική αλγεβρική τιμή. Αυτό μπορούμε να το δούμε πιο αναλυτικά:

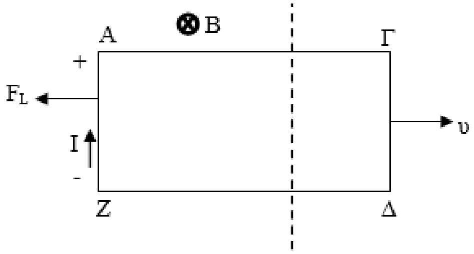
☞ Από τη χρονική στιγμή t_0=0 έως τη χρονική στιγμή t_1=4 s που το πλαίσιο εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο, με τον κανόνα του δεξιού χεριού μπορούμε να βρούμε και τη φορά της επαγωγικής τάσης (άρα και του επαγωγικού ρεύματος), όπως και της δύναμης Laplace. Παρατηρούμε ότι η δύναμη Laplace είναι αντίθετη στην κίνηση.



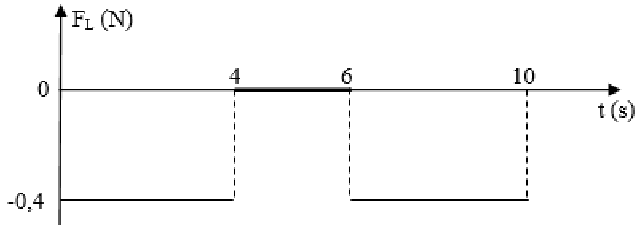
Το μέτρο της δύναμης Laplace είναι:
F_L=B·I·β=0,4 N.

☞ Από τη χρονική στιγμή t_1=4 s έως τη χρονική στιγμή t_2=6 s: I=0 άρα και F_L=0.

☞ Από τη χρονική στιγμή t_2=6 s έως τη χρονική στιγμή t_3=10 s που το πλαίσιο εξέρχεται από το μαγνητικό πεδίο, με τον κανόνα του δεξιού χεριού μπορούμε πάλι να βρούμε και τη φορά της επαγωγικής τάσης (άρα και του επαγωγικού ρεύματος), όπως και της δύναμης Laplace. Παρατηρούμε ότι πάλι η δύναμη Laplace είναι αντίθετη στην κίνηση. Το μέτρο της δύναμης Laplace είναι: F_L=B·I·β=0,4 N.

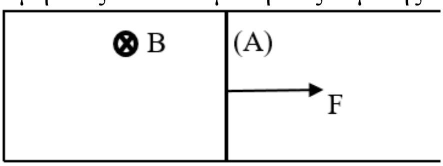


Άρα η γραφική παράσταση της δύναμης Laplace (F_L) με το χρόνο (t) είναι:



Ηλεκτρεγερτική Δύναμη από επαγωγή (§ 4.6 Σχολικού βιβλίου Α' τεύχος)

Πάνω σε οριζόντιο επίπεδο βρίσκονται δύο παράλληλοι αγωγοί αμελητέας ωμικής αντίστασης και μεγάλου μήκους, οι οποίοι απέχουν απόσταση L. Οι αγωγοί στο αριστερό τους άκρο συνδέονται με αγωγό μήκους L και αμελητέας ωμικής αντίστασης. Τέταρτος αγωγός (Α) έχει ωμική αντίσταση R, μήκος L και είναι πάντοτε σε επαφή με τους δύο παράλληλους αγωγούς, ενώ μπορεί να κινείται παράλληλα στον εαυτό του. Το σύστημα



είναι μέσα σε ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$. Αρχικά ο αγωγός είναι ακίνητος στη θέση (Ι). Κάποια χρονική στιγμή αρχίζει να ασκείται στον αγωγό (Α) προς τα δεξιά σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου F και διεύθυνσης ίδιας με τους παράλληλους αγωγούς.

Α. Να περιγράψετε την κίνηση που θα κάνει ο αγωγός (Α).

Β. Το μέτρο της σταθερής ταχύτητας $υ_{ορ}$ που θα αποκτήσει ο αγωγός (Α) είναι

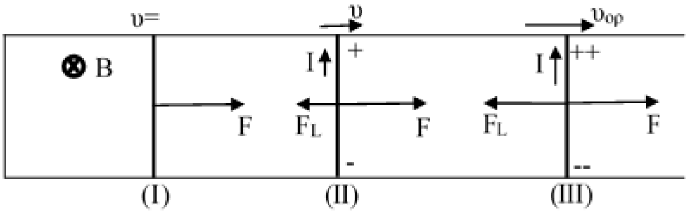
α. $υ_{ορ} = \frac{F \cdot R}{B^2 \cdot L^2}$ **β.** $υ_{ορ} = \frac{2 \cdot F \cdot R}{B^2 \cdot L^2}$ **γ.** $υ_{ορ} = \frac{4 \cdot F \cdot R}{B^2 \cdot L^2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Να θεωρήσετε ότι κατά την κίνηση του αγωγού (Α) η τριβή είναι αμελητέα.

Λύση

Α. Αρχικά, όταν ο αγωγός είναι ακίνητος στη θέση (Ι), μόνο η δύναμη $\vec{F}$ του ασκείται στο οριζόντιο επίπεδο. Άρα ο αγωγός επιταχύνει προς τα δεξιά με αυξανόμενη ταχύτητα (θέση ΙΙ). Έτσι εμφανίζεται τάση από επαγωγή $E_{επ}$ η οποία, αφού το κύκλωμα είναι κλειστό, δίνει επαγωγικό ρεύμα, η φορά του οποίου υπακούει στο κανόνα του Lenz. Με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού βρίσκουμε ότι η φορά της δύναμης Laplace είναι αντίθετη στη φορά της δύναμης $\vec{F}$. Επίσης, η κίνηση είναι επιταχυνόμενη με το μέτρο της επιτάχυνσης συνεχώς να μειώνεται. Αυτό συμβαίνει διότι η ταχύτητα αυξάνεται, άρα η τάση από επαγωγή ($E_{επ}=B\cdot υ\cdot L$) συνεχώς αυξάνεται, η ένταση του επαγωγικού ρεύματος ($I=\frac{E_{επ}}{R}$) συνεχώς αυξάνεται και συνεπώς η δύναμη Laplace ($F_L=B\cdot I\cdot L$) συνεχώς αυξάνεται. Άρα, σύμφωνα με το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής ($ΣF=m\cdot α \Leftrightarrow F-F_L=m\cdot α$) το μέτρο της επιτάχυνσης συνεχώς μειώνεται. Κάποια στιγμή (θέση ΙΙΙ) τα μέτρα των δύο δυνάμεων θα γίνουν ίσα ($F=F_L$), οπότε $ΣF=0$ και ο αγωγός θα κινείται με σταθερή ταχύτητα $\overrightarrow{υ_{ορ}}$.



Β. Σωστή απάντηση η **α**.

$ΣF=0 \Leftrightarrow F-F_L=0 \Leftrightarrow F=F_L \Leftrightarrow F=B\cdot I\cdot L \Leftrightarrow F=B\cdot\frac{B\cdot υ_{ορ}\cdot L}{R}\cdot L \Leftrightarrow υ_{ορ}=\frac{F\cdot R}{B^2\cdot L^2}$

Ηλεκτρεγερτική Δύναμη από επαγωγή (Κεφ. 5 Σχολικού βιβλίου Β' τεύχος)

Εναλλασσόμενο ρεύμα έντασης $i=4\cdot ημ(50πt)$ (SI) διαρρέει αντιστάτη αντίστασης $R=20\ Ω$.

α. Να υπολογίσετε το πλάτος Ι της έντασης, την ενεργό τιμή $I_{εν}$ της έντασης, τη συχνότητα f και την περίοδο Τ του εναλλασσόμενου ρεύματος.

β. Να υπολογίσετε το μέσο ρυθμό με τον οποίο εκλύεται θερμότητα από την αντίσταση στο περιβάλλον.

γ. Να υπολογίσετε τη θερμότητα Q που εκλύεται από την αντίσταση σε χρονικό διάστημα $Δt=1$ min.

δ. Να υπολογίσετε το ρυθμό με τον οποίο εκλύεται θερμότητα από την αντίσταση στο περιβάλλον τη χρονική στιγμή $t=\frac{1}{300}$ s.

ε. Πόσο θα έπρεπε να ήταν το πλάτος Ι της έντασης του ρεύματος, ώστε ο μέσος ρυθμός με τον οποίο εκλύεται θερμότητα από την αντίσταση στο περιβάλλον να ήταν τετραπλάσιος.

Λύση

α. Από την εξίσωση της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος της θεωρίας βλέπουμε ότι το πλάτος της έντασης είναι I=4 A και η κυκλική συχνότητα είναι ω=50π r/s. Επομένως:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{50\pi}{2\pi} = 25 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{25} = 0{,}04 \text{ s}$$

$$I_{εν} = \frac{I}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2} \text{ A}$$

β. Ο μέσος ρυθμός με τον οποίο εκλύεται θερμότητα είναι η μέση ισχύς P:

$$P = I_{εν}^2 \cdot R = 8 \cdot 20 = 160 \text{ W}$$

γ. $Q = I_{εν}^2 \cdot R \cdot \Delta t = 160 \cdot 60 = 9.600$ J

δ. Πρέπει να βρούμε την ένταση του εναλλασσόμενου ρεύματος τη χρονική στιγμή $t = \frac{1}{300}$ s:

$$i = 4 \cdot ημ(50\pi \cdot \frac{1}{300}) = 4 \cdot ημ(\frac{\pi}{6}) = 2 \text{ A}$$

Άρα:

$$P = i^2 \cdot R = 4 \cdot 20 = 80 \text{ W.}$$

ε. Από τον τύπο της ισχύος $P = I_{εν}^2 \cdot R = \frac{I^2}{2} \cdot R$ διαπιστώνουμε ότι η μέση ισχύς είναι ανάλογη με το τετράγωνο της έντασης του πλάτους. Άρα για να τετραπλασιαστεί η ισχύς, πρέπει να διπλασιαστεί το πλάτος. Επομένως το πλάτος I της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος θα έπρεπε να ήταν I=8 A.

Με εκτίμηση, οι συγγραφείς
Απόστολος Μιχαλούδης
Σταύρος Σαμαράς