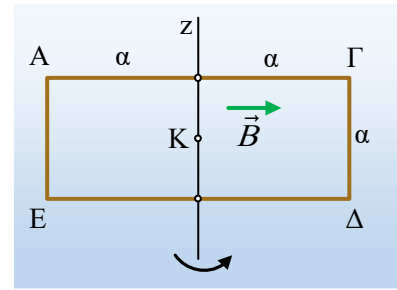


Οι ροπές κατά την περιστροφή του πλαισίου

Ένα ομογενές μεταλλικό ορθογώνιο πλαίσιο ΑΓΔΕ με πλευρές (ΓΔ)= α = 0,5m και (ΑΓ)= 2α, στρέφεται όπως στο σχήμα, γύρω από κατακόρυφο άξονα z, ο οποίος περνά από τα μέσα των πλευρών ΑΓ και ΔΕ, αλλά και από το κέντρο μάζας Κ του πλαισίου, χωρίς τριβές. Το επίπεδο του πλαισίου είναι κατακόρυφο, ενώ βρίσκεται μέσα σε ένα οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το πλαίσιο στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega = 4 \text{ rad/s}$, με την επίδραση μεταβλητής δύναμης F_1 , η οποία ασκείται στην κορυφή Γ, κάθετα στο επίπεδο του πλαισίου. Για την στιγμή t_1 όπου η ένταση του πεδίου είναι παράλληλη στο επίπεδο του πλαισίου, ζητούνται:



ζητούνται:

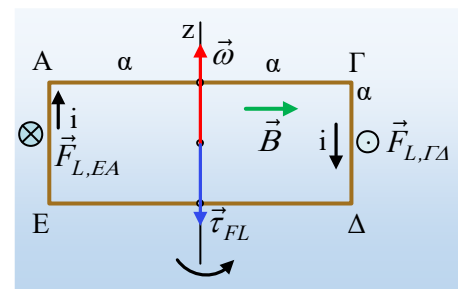
- i) Πόση είναι η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο; Γιατί το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα; Να βρείτε την φορά της έντασης του ρεύματος που διαρρέει την πλευρά ΓΔ.
- ii) Να σχεδιάσετε στο σχήμα την δύναμη από το μαγνητικό πεδίο που ασκείται σε κάθε πλευρά του πλαισίου. Από ποια εξίσωση υπολογίζεται το μέτρο κάθε δύναμης;
- iii) Αν η δύναμη Laplace που ασκείται στην πλευρά ΓΔ έχει μέτρο $F_{\Gamma\Delta} = 0,5 \text{ N}$, να σχεδιάσετε την εξωτερική δύναμη F_1 και να υπολογίσετε το μέτρο της.
- iv) Να βρεθεί ο στιγμιαίος ρυθμός με τον οποίο παράγεται θερμότητα στην αντίσταση του πλαισίου.

Απάντηση:

- i) Η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου είναι μηδενική (την στιγμή t_1) αφού:

$$\Phi = BA \cdot \sigma \nu \alpha = BA \cdot \sigma \nu \nu 90^\circ = 0$$

Όμως η ροή είναι μηδενική, όχι ο ρυθμός μεταβολής της! Με άλλα λόγια αν η ροή υπακούει στην εξίσωση $\Phi = BA \cdot \sigma \nu \omega t$, τότε στο πλαίσιο αναπτύσσεται ΗΕΔ λόγω επαγωγής (εναλλασσόμενη τάση) που υπακούει στην εξίσωση $V = B\omega A \cdot \eta \mu \omega t$, με αποτέλεσμα τη στιγμή t_1 που μηδενίζεται η ροή η τάση να γίνεται μέγιστη. Αλλά τότε αφού το πλαίσιο είναι κλειστό, θα διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα με μέγιστη ένταση, κατά απόλυτο τιμή. Η φορά της έντασης του ρεύματος, θα είναι τέτοια, ώστε η δύναμη Laplace στην πλευρά ΓΔ, να αντιστέκεται στην περιστροφή (προφανώς αυτό **δεν** ισχύει **μόνο** για την πλευρά ΑΓ). Για να συμβαίνει αυτό, το ρεύμα θα έχει την φορά του σχήματος από το Γ στο Δ, οπότε η ροπή της δύναμης $F_{L,\Gamma\Delta}$ να τείνει να επιβραδύνει την στροφική κίνηση του πλαισίου.



- ii) Το μαγνητικό πεδίο, δεν ασκεί δυνάμεις στις πλευρές ΑΓ και ΔΕ, αφού οι πλευρές αυτές είναι παράλληλες στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, οπότε $F_L = B \cdot i \cdot \ell \cdot \eta \mu 0^\circ = 0$. Αντίθετα στις δυο άλλες πλευρές ασκούνται δυνάμεις Laplace, όπως έχουν σημειωθεί στο παραπάνω σχήμα με μέτρα:

$$F_{L,AE} = F_{L,\Gamma\Delta} = Bi\ell = Bia$$

- iii) Αφού το πλαίσιο στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, η συνολική ροπή που ασκείται πάνω του, ως

προς τον άξονα περιστροφής z ο οποίος περνά από το κέντρο μάζας K, είναι μηδενική, ενώ οι δυο δυνάμεις Laplace, αποτελούν ένα ζεύγος:

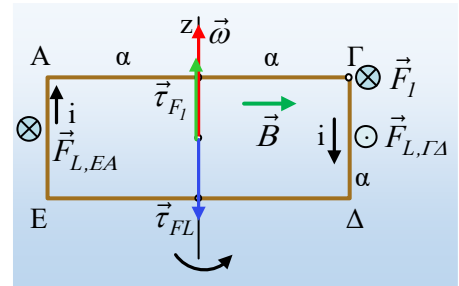
$$\Sigma \tau_K = 0 \rightarrow F_I \cdot a - F_L \cdot d = 0 \xrightarrow{d=2a} F_I = 2F_L = 2 \cdot 0,5N = 1N$$

Ενώ η κατεύθυνσή της είναι κάθετη στο επίπεδο του πλαισίου, με φορά προς τα μέσα, όπως στο σχήμα, αφού τότε οι δυο ροπές είναι αντίθετες, όπως έχουν σημειωθεί στο διπλανό σχήμα.

- iv) Αφού το πλαίσιο στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα η κινητική του ενέργεια παραμένει σταθερή. Συνεπώς η ενέργεια που μεταφέρεται στο πλαίσιο, μέσω του έργου της δύναμης F_I , μετατρέπεται σε ηλεκτρική στο κύκλωμα και τελικά εμφανίζεται με την μορφή της θερμότητας στην αντίσταση του πλαισίου. Συνεπώς για τον στιγμιαίο ρυθμό, με τον οποίο παράγεται θερμότητα στην αντίσταση του πλαισίου, τη στιγμή t_1 , θα έχουμε:

$$\frac{dQ_\theta}{dt} = P_R = i^2 R = P_{F_I} = \tau_{F_I} \cdot \omega = F_I \cdot a \cdot \omega \rightarrow$$

$$\frac{dQ_\theta}{dt} = 1 \cdot 0,5 \cdot 4 J / s = 2 J / s$$



dmargaris@gmail.com