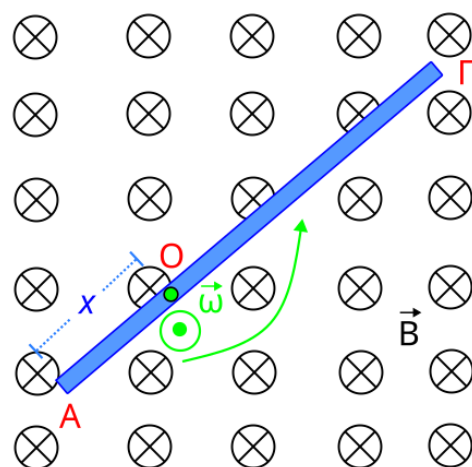


Ένας στρεφόμενος αγωγός με μεταβλητό άξονα

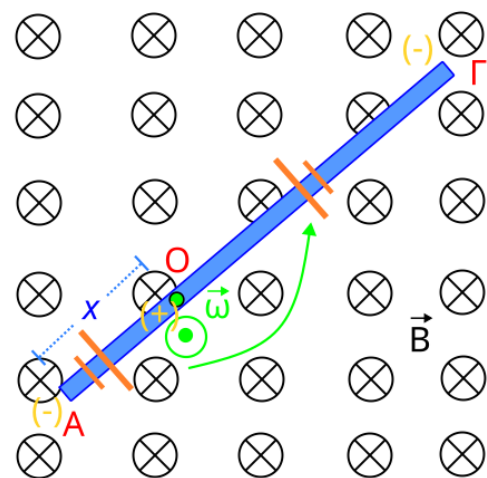
Αγώγιμη ράβδος ΑΓ μήκους L στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω γύρω από άξονα που διέρχεται από σημείο O της ράβδου και είναι κάθετος σε αυτή. Το επίπεδο περιστροφής της ράβδου είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου η ένταση του οποίου έχει μέτρο B . Στο διπλανό σχήμα φαίνεται τόσο η φορά περιστροφής της ράβδου, όσο και η φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου. Η απόσταση του σημείου O από το άκρο A της ράβδου είναι $AO = x$.



Να κάνετε τη γραφική παράσταση της διαφοράς δυναμικού V_{AG} που αναπτύσσεται λόγω επαγωγής μεταξύ των άκρων της ράβδου, σε συνάρτηση με την απόσταση x του άξονα περιστροφής από το άκρο της A . Σε κάθε θέση του άξονα, η γωνιακή ταχύτητα της ράβδου είναι η ίδια.

Απάντηση

Μπορούμε να θεωρήσουμε τον αγωγό ΑΓ ότι αποτελεί τη συνένωση των τμημάτων ΑΟ και ΟΓ στον άξονα περιστροφής O . Στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του κάθε τμήματος που κινούνται μαζί με τον αγωγό, το μαγνητικό πεδίο ασκεί δύναμη Lorentz εξαιτίας της οποίας (σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού) στον άξονα O συσσωρεύεται θετικό φορτίο, ενώ στα άκρα A και Γ αρνητικό, όπως φαίνεται στο σχήμα. Έτσι, τα δύο τμήματα γίνονται πηγές.



Στο τμήμα ΟΓ της ράβδου δημιουργείται ηλεκτρεγερτική δύναμη, η οποία ισούται με τη διαφορά δυναμικού V_{OG} καθώς το κύκλωμα είναι ανοικτό. Οπότε

$$E_{OG} = \frac{1}{2} B \omega (OG)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} B \omega (L - x)^2 = V_O - V_\Gamma \quad (1)$$

Ομοίως, για την ηλεκτρεγερτική δύναμη που δημιουργείται στο τμήμα ΟΑ έχουμε

$$E_{OA} = \frac{1}{2} B \omega (OA)^2 \Rightarrow \frac{1}{2} B \omega x^2 = V_O - V_A \quad (2)$$

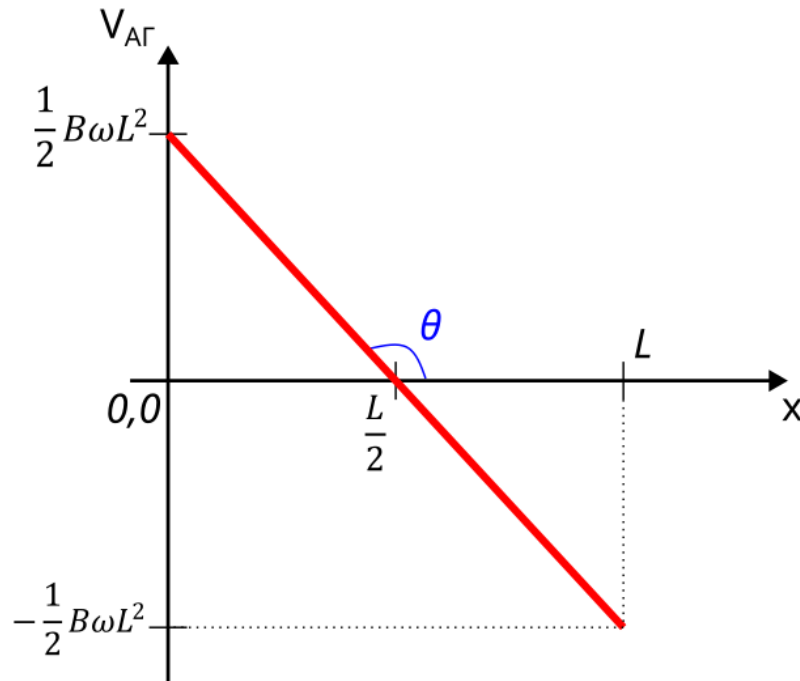
όπου $0 \leq x \leq L$.

Αφαιρώντας κατά μέλη τις παραπάνω σχέσεις (1) και (2), προκύπτει ότι

$$V_A - V_\Gamma = V_{AG} = \frac{1}{2} B \omega (L - x)^2 - \frac{1}{2} B \omega x^2 \Rightarrow V_{AG} = \frac{1}{2} B \omega [(L - x)^2 - x^2] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{AG} = \frac{1}{2}B\omega(L^2 - 2Lx) \Rightarrow \boxed{V_{AG} = \frac{1}{2}B\omega L^2 - B\omega L \cdot x}, \quad 0 \leq x \leq L$$

Η παραπάνω σχέση είναι της μορφής $V_{AG} = \beta + \alpha x$, δηλαδή είναι γραμμική. Έτσι, η ζητούμενη γραφική παράσταση είναι η παρακάτω.



Όπου για την κλίση της ευθείας αυτής (ευθύγραμμο τμήμα) ισχύει ότι $\alpha = \varepsilon\phi\theta = -B\omega L$.

Παρατηρούμε ότι

- Όταν $x = 0$ και ο άξονας είναι στο άκρο Α της ράβδου, τότε

$$V_{AG} = \frac{1}{2}B\omega L^2$$

- Όταν $x = \frac{L}{2}$ και ο άξονας είναι στο μέσο Μ της ράβδου, τότε

$$V_{AG} = 0$$

- Όταν $x = L$ και ο άξονας είναι στο άκρο Γ της ράβδου, τότε

$$V_{AG} = -\frac{1}{2}B\omega L^2$$

Μίλτος Καδιτζόγλου

miltoskadiltzoglou@gmail.com