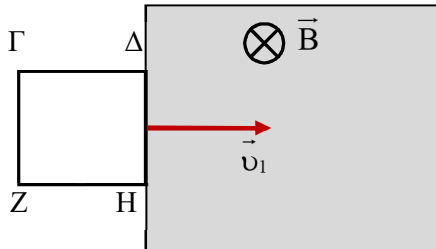
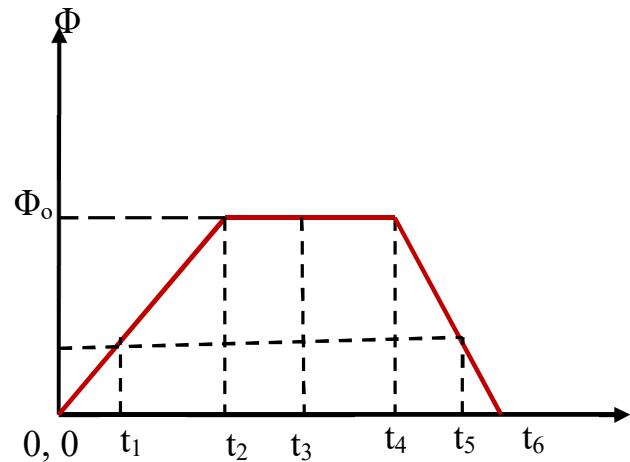


Διέλευση πλαισίου από μαγνητικό πεδίο



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Επίπεδο μεταλλικό πλαίσιο ΓΔΗΖ σχήματος τετραγώνου πλευράς a και ωμικής αντίστασης R , αρχίζει την χρονική στιγμή $t = 0$ να μπαίνει σε ομογενές μαγνητικό πεδίο περιορισμένης έκτασης που είναι κάθετο στο επίπεδό του και στην στιγμιαία ταχύτητά του $\vec{v}_1$ όπως στο σχήμα 1.

Το πλαίσιο κινείται πάντα στην ίδια διεύθυνση χωρίς τριβές μέχρι να βγει από το μαγνητικό πεδίο την χρονική στιγμή t_6 .

Στο σχήμα 2 δίνεται η γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο όπου $t_4 = 2t_2$ και $t_6 = 2,5t_2$.

i. Αν p_1 το μέτρο της ορμής του πλαισίου την χρονική στιγμή t_1 και p_2 κατά την χρονική στιγμή t_5 θα ισχύει

α. $p_1 = p_2$, β. $p_1 = 2p_2$, γ. $p_2 = 2p_1$.

Να επιλέξετε τη σωστή σχέση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ii. Αν F_1 το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στο πλαίσιο την χρονική στιγμή t_1 και F_2 τη χρονική στιγμή t_5 θα ισχύει ότι

α. $F_1 = F_2$, β. $F_1 = 2F_2$, γ. $F_2 = 2F_1$

Να επιλέξετε τη σωστή σχέση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας

iii. Αν I_1 η ένταση του ρεύματος την χρονική στιγμή t_1 και I_3 τη χρονική στιγμή t_3 τότε

α. $I_1 = I_3$, β. $I_1 = 0$, γ. $I_3 = 0$

Να επιλέξετε τη σωστή σχέση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας

iv. Κατά την χρονική στιγμή t_1 η συμβατική φορά του επαγωγικού ρεύματος στην πλευρά ΔΗ είναι

α. ίδια με τη συμβατική φορά στην ίδια πλευρά την χρονική στιγμή t_2

β. από το Η προς το Δ

γ. από Δ προς το Η

Να επιλέξετε τη σωστή πρόταση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας

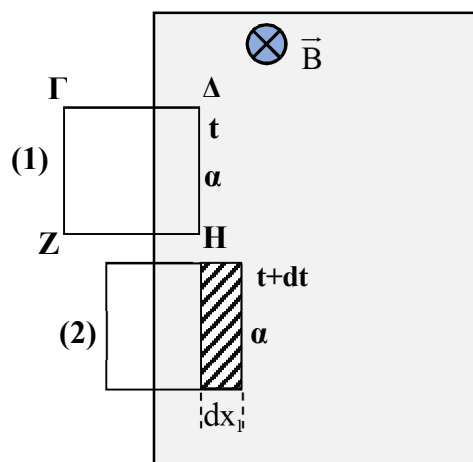
Απάντηση

i. Έστω ότι την χρονική στιγμή t το πλαίσιο έχει εισέλθει εν μέρει στο πεδίο όπως φαίνεται στο σχήμα 3 θέση (1) , και ότι κατά την χρονική στιγμή $t+dt$ η προπορευόμενη πλευρά του ΔΗ έχει μετατοπιστεί κατά dx_1 θέση (2) , ενώ η επιφάνεια που δέχεται μαγνητική ροή έχει μεταβληθεί κατά $dS_1 = +dx_1 \cdot \alpha$ σε σχέση με τη χρονική στιγμή t .

Τότε η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο σύμφωνα με το νόμο του Faraday θα είναι

$$E_1 = - \left(\frac{d\Phi}{dt} \right)_1 = -B \frac{dS_1}{dt} = -B \frac{(+dx_1 \cdot \alpha)}{dt} = -B \frac{dx_1}{dt} \alpha \quad \text{και}$$

$$|E_1| = B\alpha v_1 \quad (1)$$



Σχήμα 3

Έστω τώρα ότι κάποια χρονική στιγμή t , το πλαίσιο έχει εξέλθει εν μέρει από το πεδίο όπως φαίνεται στο σχήμα 4 θέση θέση (3), και ότι την χρονική στιγμή $t+dt$ έχει βγει κι άλλο κατά dx_2 , θέση (4), ενώ κατά τη χρονική διάρκεια dt η μεταβολή της επιφάνειας που βρίσκεται στο πεδίο είναι $dS_2 = -dx_2 \cdot \alpha$

Έτσι η ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο τότε θα είναι

$$E_2 = - \left(\frac{d\Phi}{dt} \right)_2 = -B \frac{(dS_2)}{dt} = -B \frac{(-dx_2 \cdot \alpha)}{dt} = B \frac{dx_2}{dt} \alpha \quad \text{και}$$

$$E_2 = B\alpha v_2 \quad (2)$$

Από το διάγραμμα του σχήματος 2 προκύπτει ότι

$$H \quad |E_1| = \frac{\Phi_o - 0}{t_2 - 0} = \frac{\Phi_o}{t_2} \quad \text{και από την (1)} \quad B\alpha v_1 = \frac{\Phi_o}{t_2} \quad \text{ή} \quad v_1 = \frac{\Phi_o}{B\alpha t_2} \quad (3)$$

$$\text{Και ακόμη} \quad |E_2| = \frac{\Phi_o - 0}{2,5t_2 - 2t_2} = \frac{\Phi_o}{0,5t_2} = Bv_2\alpha \quad \text{ή}$$

$$v_2 = \frac{2\Phi_o}{B\alpha t_2} \quad (4) \quad \text{και με βάση την (3)} \quad v_2 = 2v_1 \quad (5)$$

Αλλά για τα μέτρα των ορμών ισχύει ότι

$$p_2 = mv_2 = m2v_1 = 2p_1 \quad \text{οπότε}$$

σωστή προκύπτει η σχέση γ.

ii. Όπως είδαμε στο ερώτημα i είναι

$$|E_1| = \frac{\Phi_o - 0}{t_2 - 0} = \frac{\Phi_o}{t_2} \quad \text{και} \quad |E_2| = \frac{\Phi_o - 0}{2,5t_2 - 2t_2} = \frac{\Phi_o}{0,5t_2} = \frac{2\Phi_o}{t_2} = 2|E_1|$$

Για δε τα μέτρα των δυνάμεων Laplace ισχύει

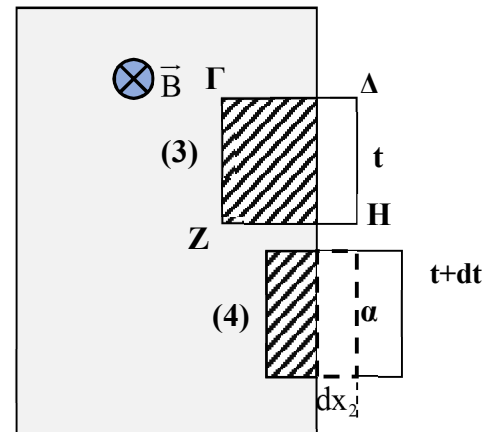
$$F_1 = I_1 \alpha B \quad \text{και}$$

$$F_2 = I_2 \alpha B \quad \text{ή} \quad F_2 = \frac{|E_2|}{R} \alpha B = \frac{2|E_1|}{R} \alpha B = 2I_1 \alpha B = 2F_1$$

Άρα σωστή είναι η σχέση γ.

iii. Όπως προκύπτει από τη γραφική παράσταση η χρονική στιγμή t_3 είναι $t_2 < t_3 < t_4$, άρα το πλαίσιο βρίσκεται ολόκληρο μέσα στο μαγνητικό πεδίο, οπότε στιγμιαία δεν μεταβάλλεται η επιφάνειά του που δέχεται μαγνητική ροή, κατά συνέπεια $E_{\text{επ}} = 0$. Άρα $I_3 = 0$ και σωστή η σχέση γ.

iv. Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, η συμβατική φορά του επαγωγικού ρεύματος θα είναι τέτοια ώστε με

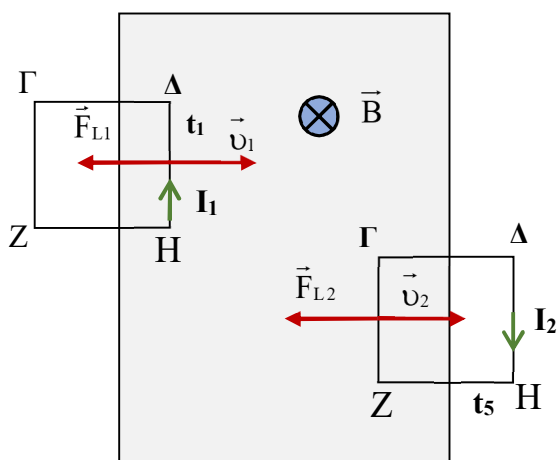


Σχήμα 4

την δύναμη Laplace, να τείνει να εμποδίσει την κίνηση του πλαισίου.

Έτσι στην πλευρά ΔΗ κατά την χρονική στιγμή t_1 η συμβατική φορά του επαγωγικού ρεύματος θα είναι από το Η προς το Δ ώστε να προκύπτει δύναμη Laplace $\vec{F}_{L1}$ αντίρροπη της ταχύτητας $\vec{v}_1$. Ενώ τη χρονική στιγμή t_5 η συμβατική φορά του επαγωγικού ρεύματος στην ΔΗ θα έχει αντιστραφεί ώστε να προκύπτει δύναμη Laplace $\vec{F}_{L2}$ στην ΖΓ όπως φαίνεται στο σχήμα 5 και να ικανοποιείται πάλι ο κανόνας του Lenz

Άρα σωστή είναι η β.



Σχήμα 5

Υλικό Φυσικής-Χημείας

Γιατί το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους...

Επιμέλεια:

Μανώλης Δρακάκης