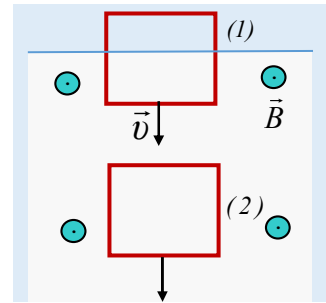


Το πλαίσιο πέφτει και ... ξαναπέφτει!

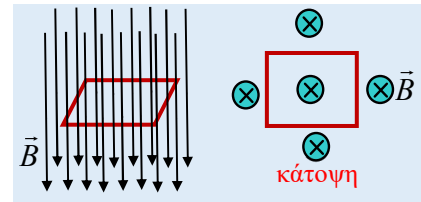
- 1) Ένα ορθογώνιο αγωγίμο πλαίσιο αφήνεται να πέσει κατακόρυφα, οπότε εισέρχεται σε ένα ομογενές οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του, όπως στο σχήμα. Η κίνησή του στη διάρκεια της εισόδου του στο πεδίο, όπως στο σχήμα (1):



- i) Γίνεται με σταθερή επιτάχυνση $a=g$.
- ii) Γίνεται με σταθερή επιτάχυνση $a < g$.
- iii) Γίνεται με σταθερή επιτάχυνση $a > g$.
- iv) Τίποτα από τα παραπάνω.

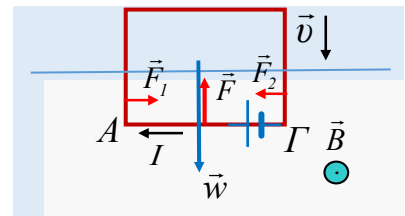
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

- 2) Ποια η αντίστοιχη απάντηση στα παραπάνω υποερωτήματα, όταν ολοκληρωθεί η είσοδος του πλαισίου στο πεδίο, οπότε κινείται πια μέσα στο πεδίο, όπως στο σχήμα (2).
- 3) Το ίδιο πλαίσιο αφήνεται με το επίπεδό του οριζόντιο, να πέσει σε ένα ομογενές κατακόρυφο μαγνητικό πεδίο όπως στο διπλανό σχήμα
- Ποια θα είναι τώρα η σωστή απάντηση στα παραπάνω ερωτήματα;



Απάντηση:

- 1) Στη διάρκεια της εισόδου του πλαισίου στο μαγνητικό πεδίο, αναπτύσσεται στην πλευρά του ΑΓ, μια ΗΕΔ από επαγωγή, με πολικότητα, όπως στο διπλανό σχήμα, οπότε το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα με αποτέλεσμα η πλευρά αυτή να δέχεται δύναμη Laplace από το πεδίο, όπως στο σχήμα. Αντίστοιχες δυνάμεις δέχονται και τα τμήματα των κατακόρυφων πλευρών που βρίσκονται στο πεδίο, αλλά η συνισταμένη τους είναι μηδενική. Εφαρμόζοντας το θεμελιώδη νόμο της δυναμικής για το πλαίσιο, όπου $w=mg$ το βάρος, θα πάρουμε:



$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \rightarrow w - F = ma \rightarrow mg - BIl = ma \rightarrow$$

$$mg - B \frac{E_{\text{επ}}}{R} l = ma \rightarrow mg - B \frac{Bvl}{R} l = ma \rightarrow$$

$$a = g - \frac{B^2 v l^2}{mR} \quad (1)$$

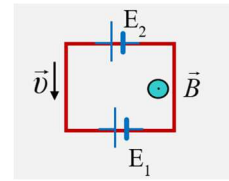
Καθώς ο αγωγός επιταχύνεται προς τα κάτω, η ταχύτητά του αυξάνεται, αλλά τότε με βάση την σχέση (1) η επιτάχυνσή του μειώνεται. Είναι μικρότερη από g , αλλά όχι σταθερή. Το ζήτημα που απλά μπαίνει είναι αν το πλαίσιο αποκτήσει οριακή ταχύτητα ή όχι, πριν ολοκληρωθεί η είσοδος. Αλλά ακόμη και σε αυτήν την περίπτωση οι τρεις πρώτες επιλογές απορρίπτονται. Σωστή η iv) πρόταση.

- 2) Όταν το πλαίσιο κινείται μέσα το πεδίο, η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνειά του παραμένει

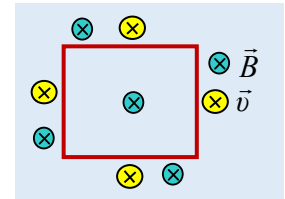
σταθερή, οπότε δεν έχουμε εμφάνιση ΗΕΔ από επαγωγή πάνω του. Αλλά τότε δεν δέχεται δύναμη Laplace από το πεδίο και πέφτει με την επίδραση μόνο του βάρους έχοντας επιτάχυνση $a=g$.

Σωστό το α).

Εναλλακτικά θα μπορούσαμε να δικαιολογήσουμε την μη άσκηση δύναμης Laplace, παίρνοντας τις δύο ΗΕΔ που αναπτύσσονται στις δύο απέναντι πλευρές του πλαισίου με $E_1=E_2=Bvl$. Αλλά τότε η συνολική ΗΕΔ είναι μηδενική, που οδηγούν σε μηδενική ένταση ρεύματος και μηδενική δύναμη Laplace.



- 3) Όταν το πλαίσιο κινείται κατακόρυφα, τότε η ταχύτητα κάθε πλευράς είναι παράλληλη με την ένταση του πεδίου, στο σχήμα (σε κάτοψη) και η ταχύτητα και η ένταση του πεδίου έχουν την ίδια κατεύθυνση, κάθετη στο επίπεδο της σελίδας. Αλλά τότε τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, τα οποία συμμετέχουν στην κίνηση του πλαισίου, δεν δέχονται δύναμη Lorentz, οπότε δεν θα κινηθούν ώστε να εμφανιστεί ΗΕΔ από επαγωγή στο πλαίσιο, συνεπώς και ένταση επαγωγικού ρεύματος. Το πλαίσιο θα κινείται με την επίδραση του βάρους, έχοντας επιτάχυνση $a=g$. Σωστό το α).



Εναλλακτικά, καθώς το πλαίσιο πέφτει, η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνειά του παραμένει σταθερή, οπότε δεν εμφανίζονται φαινόμενα επαγωγής.

Σχόλιο:

Παρατηρούμε ότι στις περιπτώσεις 2) και 3) δεν αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή στο πλαίσιο. Όμως στο 2^ο παράδειγμα έχουμε φαινόμενα επαγωγής, απλά η συνολική ΗΕΔ είναι μηδενική. Σε αντίθεση με το 3^ο που δεν εμφανίζεται καμιά ΗΕΔ σε κάποια πλευρά του πλαισίου.

dmargaris@gmail.com