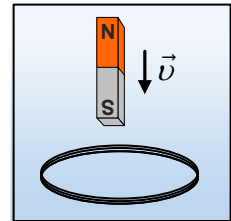


Ο μαγνήτης πλησιάζει ένα κυκλικό πλαίσιο

Ένας ραβδόμορφος μαγνήτης πέφτει κατακόρυφα, πλησιάζοντας ένα σταθερό οριζόντιο κυκλικό πλαίσιο, το οποίο αποτελείται από n κυκλικούς αγωγούς, σχηματίζοντας κλειστό κύκλωμα. Τη στιγμή t_1 που δείχνει το διπλανό σχήμα, η δυναμική ενέργεια του μαγνήτη μειώνεται κατά 6J/s .



i) Να εξηγήσετε γιατί το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα και να βρείτε την φορά του για την στιγμή t_1 του σχήματος.

ii) Την στιγμή t_1 η κινητική ενέργεια του μαγνήτη αυξάνεται με ρυθμό:

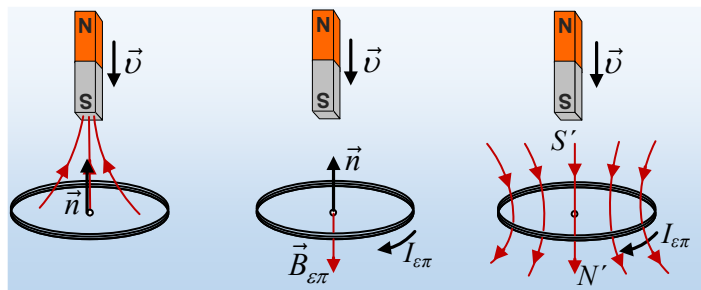
α) 5J/s , β) 6J/s , γ) 7J/s .

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

Απάντηση:

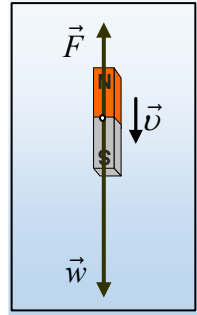
i) Καθώς πέφτει ο μαγνήτης, πλησιάζοντας το κυκλικό πλαίσιο, μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο, αφού αυξάνεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου (πιο ισχυρό πεδίο) και αυξάνεται ο αριθμός των δυναμικών που διέρχονται από την επιφάνεια του πλαισίου, σύμφωνα με το πρώτο από τα παρακάτω σχήματα (παίρνουμε την κάθετη στο πλαίσιο με φορά προς τα πάνω).



Αλλά αφού μεταβάλλεται η μαγνητική ροή, στο πλαίσιο αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή και αφού το κύκλωμα είναι κλειστό διαρρέεται από ρεύμα, με τέτοια φορά που να δημιουργεί ένα δεύτερο μαγνητικό πεδίο, με φορά προς τα κάτω, όπως στο μεσαίο σχήμα, αφού σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, τείνει να αντισταθεί στην αύξηση της μαγνητικής ροής. Με βάση τώρα, τον κανόνα του δεξιού χεριού, για να έχουμε $B_{\text{επ}}$ με κατεύθυνση προς τα κάτω, η ένταση του ρεύματος λόγω επαγωγής $I_{\text{επ}}$, θα έχει την φορά που έχει σημειωθεί στο σχήμα.

Εναλλακτικά θα μπορούσαμε να «δούμε» όλο το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ο κυκλικός αγωγός, λόγω επαγωγής, όπως στο τρίτο σχήμα. Αξίζει να τονισθεί ότι ένας κυκλικός αγωγός ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο, όμοιο με το μαγνητικό πεδίο ραβδόμορφου μαγνήτη. Αλλά τότε απέναντι από το νότιο πόλο του μαγνήτη που πέφτει, θα δημιουργηθεί ο νότιος πόλος S' του πλαισίου. Έτσι ο μαγνήτης δέχεται απωστική δύναμη η οποία τείνει να αντισταθεί στην περαιτέρω κίνησή του. Οπότε και πάλι με τον κανόνα του δεξιού χεριού βρίσκουμε την φορά του $I_{\text{επ}}$...

ii) Με βάση τα παραπάνω, τη χρονική στιγμή t_1 που δείχνεται στο σχήμα, στο μαγνήτη ασκούνται δύο δυνάμεις, το βάρος και μια κατακόρυφη δύναμη F , με φορά προς τα πάνω, την οποία ας «ερμηνεύσουμε» με βάση την οπτική ότι δύο όμοιοι νότιοι πόλοι μαγνητών απωθούνται. Τότε η ισχύς του βάρους, μας δείχνει την μείωση της δυναμικής ενέργειας ($W_w = -\Delta U$), ενώ η ισχύς της δύναμης F εκφράζει τον ρυθμό με τον οποίο η μηχανική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική στο πλαίσιο. Αλλά τότε η μηχανική ενέργεια δεν παραμένει σταθερή και αν μειώνεται κατά $6J/s$, η κινητική ενέργεια θα αυξάνεται, αλλά με μικρότερο ρυθμό! Με βάση λοιπόν τις δοθείσες τιμές, δεχόμαστε την τιμή:



$$\frac{dK}{dt} = 5J/s$$

Σωστό το α).

Σχόλιο

Με βάση τις παραπάνω τιμές, αν θέλαμε την ισχύ κάθε δύναμης, θα είχαμε:

$$P_w = -\frac{dU}{dt} = -(-6)W = +6W$$

$$\frac{dK}{dt} = \frac{dW_{ολ}}{dt} = P_w + P_F \rightarrow P_F = \frac{dK}{dt} - P_w \rightarrow$$

$$P_F = \frac{dK}{dt} - P_w = 5J/s - 6J/s = -1J/s = -1W$$

Οπότε αν μας ζητούσαν την ηλεκτρική ισχύ που εμφανίζεται στο πλαίσιο, αυτή θα ήταν $P_{ηλ} = 1W$.

dmargaris@gmail.com