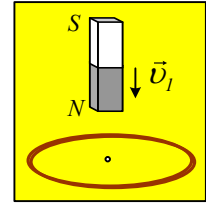


Η πτώση ενός μαγνήτη.

Αφήνουμε ένα μαγνήτη μάζας $0,1\text{kg}$ να πέσει πάνω από το κυκλικό πλαίσιο, με 100 σπείρες και αντίσταση $R=0,8\Omega$ τη στιγμή $t=0$. Αν τη στιγμή t_1 ο μαγνήτης έχει πέσει κατά $h=0,25\text{m}$, έχοντας αποκτήσει ταχύτητα $v_1=2\text{m/s}$, ενώ τη στιγμή αυτή το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα στιγμιαίας έντασης $i_1=0,5\text{A}$.



i) Πόση ηλεκτρική ενέργεια εμφανίζεται στο πλαίσιο μέχρι τη στιγμή t_1 ;

Για τη στιγμή t_1 να βρεθούν:

ii) Η ΗΕΔ από επαγωγή στο πλαίσιο.

iii) Η δύναμη που δέχεται ο μαγνήτης από το πλαίσιο.

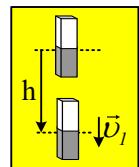
iv) Η επιτάχυνση του μαγνήτη.

v) Ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής η οποία διέρχεται από μία σπείρα του πλαισίου

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$.

Απάντηση:

i) Θεωρώντας το οριζόντιο επίπεδο που περνά από το κ.μ. του μαγνήτη τη στιγμή t_1 , ως επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας, παίρνουμε από διατήρηση της ενέργειας ότι η μείωση της δυναμικής ενέργειας του μαγνήτη εμφανίζεται εν μέρει ως κινητική ενέργεια του μαγνήτη και το υπόλοιπο ως ηλεκτρική ενέργεια στο πλαίσιο:



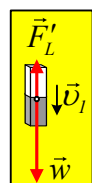
$$mgh = \frac{1}{2}mv_1^2 + W_{\eta\lambda} \rightarrow W_{\eta\lambda} = mgh - \frac{1}{2}mv_1^2 \rightarrow$$

$$W_{\eta\lambda} = 0,1 \cdot 10 \cdot 0,25\text{J} - \frac{1}{2}0,1 \cdot 2^2\text{J} = 0,05\text{J}$$

ii) Από το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα παίρνουμε (δουλεύουμε με απόλυτες τιμές).

$$i_1 = \frac{\mathcal{E}_1}{R} \rightarrow \mathcal{E}_1 = i_1 R = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4\text{V}$$

iii) Η δύναμη που δέχεται ο μαγνήτης είναι η αντίδραση της δύναμης Laplace που ασκείται στο πλαίσιο, μέσω του έργου της οποίας ένα μέρος της ενέργειας του μαγνήτη μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο πλαίσιο, η οποία στη συνέχεια θα μετατραπεί σε θερμική στην αντίσταση. Συνεπώς για την ισχύ της, κατά απόλυτο τιμή θα ισχύει:



$$|P_{F'_L}| = P_{\eta\lambda} \rightarrow F'_L v_1 = \mathcal{E}_1 \cdot i_1 \rightarrow F'_L = \frac{0,4 \cdot 0,5\text{W}}{2\text{m/s}} = 0,1\text{N}$$

iv) Από τον 2° νόμο του Νεύτωνα βρίσκουμε:

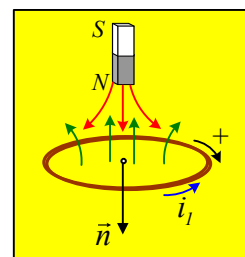
$$\Sigma \vec{F}_i = m\vec{a}_i \rightarrow a_i = \frac{mg - F'_L}{m} = g - \frac{F'_L}{m} = 10\text{m/s}^2 - \frac{0,1\text{m/s}^2}{0,1} = 9\text{m/s}^2$$

Με φορά προς τα κάτω.

v) Όταν μας ζητούν τον ρυθμό μεταβολής της ροής, δεν θα απαντήσουμε βρίσκοντάς τον απόλυτο ρυθμό.

Είμαστε υποχρεωμένοι να δουλέψουμε αλγεβρικά.

Ας δούμε το διπλανό σχήμα, όπου η κάθετη στο πλαίσιο έχει φορά, προς τα κάτω, την οποία θα πάρουμε και ως θετική φορά. Αλλά τότε έχουμε ορίσει και θετική φορά διαγραφής του πλαισίου, ίδια με την φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού. Εξάλλου με βάση τον κανόνα του Lenz, αφού οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου (κόκκινες στο σχήμα) έχουν φορά προς τα κάτω, οι δυναμικές γραμμές λόγω του επαγωγικού ρεύματος, θα έχουν φορά προς τα πάνω (πράσινες στο σχήμα) αντιδρώντας στην αύξηση της μαγνητικής ροής που περνά από το πλαίσιο.



Για να έχουμε δυναμικές γραμμές με φορά προς τα πάνω, η ένταση του ρεύματος i_l θεωρείται αρνητική, όπως αρνητική θεωρείται και η ΗΕΔ από επαγωγή, δηλαδή $\mathcal{E}_1 = -0,4 \text{ V}$.

Με βάση αυτά παίρνουμε από το νόμο της επαγωγής:

$$\mathcal{E}_1 = -\frac{d\Phi}{dt}N \rightarrow \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mathcal{E}_1}{N} = -\frac{-0,4}{100} = +4 \cdot 10^{-3} \text{ Wb/s}$$

Σχόλιο:

Ο παραπάνω θετικός ρυθμός μας δείχνει ότι η ροή, η οποία είναι θετική (δείτε τις δυναμικές γραμμές και την κάθετη στο πλαίσιο), αυξάνεται, αφού με βάση τον κανόνα του Lenz, το επαγωγικό ρεύμα τείνει να αντισταθεί στην αύξηση, αλλά δεν ... αποφεύγει το αύξηση, λόγω πλησιάζματος του μαγνήτη!

dmargaris@gmail.com