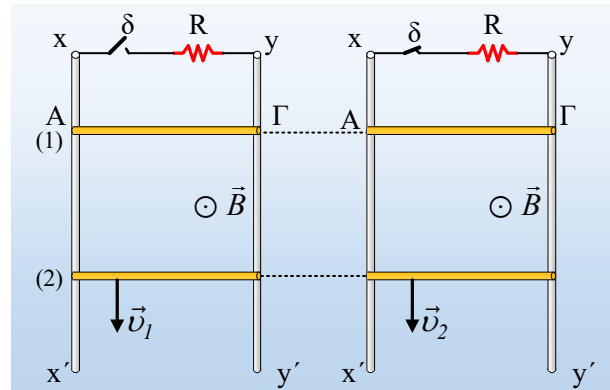


Ο χρόνος και η ταχύτητα πτώσης του αγωγού.

Στο διπλανό σχήμα ο αγωγός ΑΓ, μπορεί να κινείται σε επαφή με δύο κατακόρυφους αγωγούς, xx' και yy' , χωρίς τριβές. Μια αντίσταση R συνδέεται μεταξύ x και y , ενώ παρεμβάλλεται ένας ανοικτός διακόπτης δ . Το όλο σύστημα βρίσκεται μέσα σε ένα οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο με ένταση κάθετο στο επίπεδο της σελίδας με φορά προς τον αναγνώστη. Με το διακόπτη δ ανοικτό, αφήνουμε ελεύθερο τον αγωγό ΑΓ να κινηθεί από την θέση (1), οπότε μετά από χρόνο t_1 , περνά από την θέση (2) με ταχύτητα v_1 .



Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αφού προηγουμένα κλείσουμε το διακόπτη δ , οπότε αφήνοντας ξανά τον αγωγό να πέσει, αυτός περνά από την θέση (2) μετά από χρονικό διάστημα t_2 , με ταχύτητα v_2 .

i) Για τα χρονικά διαστήματα t_1 και t_2 ισχύει:

$$\alpha) t_1 < t_2, \quad \beta) t_1 = t_2, \quad \gamma) t_1 > t_2.$$

ii) Για τα μέτρα των ταχυτήτων v_1 και v_2 ισχύει:

$$\alpha) v_1 < v_2, \quad \beta) v_1 = v_2, \quad \gamma) v_1 > v_2.$$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Απάντηση:

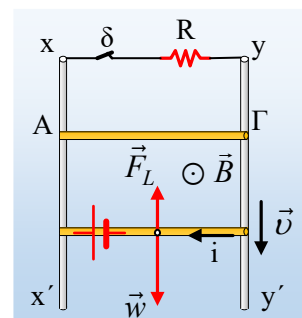
Κατά την πτώση του αγωγού (και στις δύο περιπτώσεις), αναπτύσσεται πάνω του μια ΗΕΔ, λόγω επαγωγής με απόλυτη τιμή:

$$E = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = \left| \frac{d(BS)}{dt} \right| = \frac{Bd(\ell y)}{dt} = \frac{B\ell \cdot dy}{dt} = Bv\ell$$

Όπου ℓ το μήκος του ΑΓ και v η ταχύτητά του.

i) Με το διακόπτη **ανοικτό**, παρότι εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή στον αγωγό, δεν έχουμε ηλεκτρικό ρεύμα να διαρρέει τον αγωγό ΑΓ, ο οποίος κινείται με την επίδραση μόνο του βάρους, εκτελώντας ελεύθερη πτώση με επιτάχυνση $a_1=g$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Στην δεύτερη περίπτωση όμως το κύκλωμα θα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο θα έχει φορά, σύμφωνη με τον κανόνα του Lenz. Η φορά του δηλαδή θα είναι από το άκρο Γ προς το Α, αφού τότε η ασκούμενη στον κινούμενο αγωγό δύναμη Laplace έχει κατεύθυνση προς τα πάνω, όπως στο σχήμα, αντιστεκόμενη έτσι στην κίνηση της ράβδου. Αλλά τότε από το 2^ο νόμο του Νεύτωνα



για την κίνηση του αγωγού ΑΓ, θα πάρουμε:

$$\Sigma F = ma_2 \rightarrow mg - F_L = ma_2 \rightarrow$$

$$a_2 = g - \frac{F_L}{m} < g$$

Βλέπουμε δηλαδή ότι την 2^η φορά ο αγωγός ΑΓ κινείται με μικρότερη επιτάχυνση, οπότε θα χρειαστεί και περισσότερο χρόνο για να διανύσει την ίδια κατακόρυφη απόσταση h, μεταξύ των δύο θέσεων (1) και (2).

Σωστό το α) $t_1 < t_2$.

ii) Αν h η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των θέσεων (1) και (2), τότε εφαρμόζοντας το ΘΜΚΕ για την κίνηση του αγωγού, μεταξύ των δύο θέσεων, θα έχουμε:

1^ο πείραμα:

$$K_1 - K_0 = W_w \rightarrow \frac{1}{2}mv_1^2 = mgh \quad (1)$$

2ο πείραμα:

$$K_2 - K_0 = W_w + W_{F_L} \rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 = mgh - Q_\theta \quad (2)$$

Αφού το έργο της δύναμης Laplace είναι αρνητικό μετρώντας την ενέργεια που θα εμφανιστεί ως ηλεκτρική στο κύκλωμα.

Από την σύγκριση των εξισώσεων (1) και (2) προκύπτει ότι $K_1 > K_2$, οπότε και για τα μέτρα των ταχυτήτων $v_1 > v_2$.

Σωστό το γ).

Σχόλιο:

Και αν αφήναμε στην άκρη τις εξισώσεις και τα ΘΜΚΕ;

Στο πρώτο πείραμα, ο αγωγός εκτελεί ελεύθερη πτώση κατά την οποία η μείωση της δυναμικής ενέργειας μετατρέπεται σε αύξηση της κινητικής ενέργειας.

Στο δεύτερο, ο αγωγός αποκτά μικρότερη επιτάχυνση, αφού ασκείται η δύναμη Laplace με αντίθετη κατεύθυνση από την ταχύτητα, ενώ ένα μέρος της ενέργειάς του, το μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια στο κύκλωμα, αφήνοντας μικρότερο ποσό να εμφανιστεί με τη μορφή της κινητικής ενέργειας...

dmargaris@gmail.com