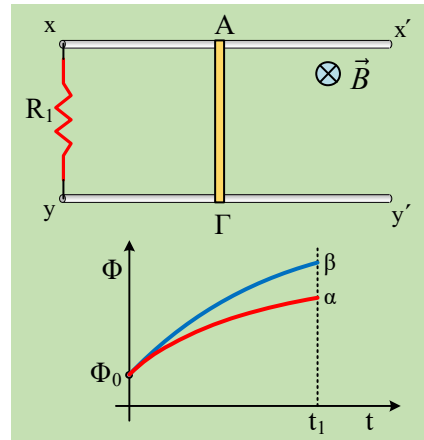


## Μια οριζόντια εκτόξευση αγωγού.

Ο αγωγός ΑΓ μπορεί να κινείται οριζόντια χωρίς τριβές, σε επαφή με δύο παράλληλους οριζόντιους αγωγούς  $xx'$  και  $yy'$ , μέσα και ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, σταθερής έντασης  $B$ . Η μόνη αντίσταση είναι η  $R_1$ , η οποία συνδέει τα δύο άκρα των παραλλήλων αγωγών. Κάποια στιγμή  $t_0=0$  εκτοξεύουμε οριζόντια τον αγωγό ΑΓ, ο οποίος κινείται σε επαφή με τους παράλληλους αγωγούς και στο διάγραμμα  $\Phi-t$  η καμπύλη  $\alpha$  δείχνει τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται η μαγνητική ροή στο ορθογώνιο  $xAGy$ .



i) Η αρχική ταχύτητα  $v_0$  εκτόξευσης του αγωγού ΑΓ, έχει φορά προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά και γιατί;

ii) Αν  $P_0$  η αρχική ηλεκτρική ισχύς στον αντιστάτη  $R_1$  και  $P_1$  η αντίστοιχη ισχύς τη στιγμή  $t_1$  ισχύει:

α)  $P_0 < P_1$ ,   β)  $P_0 = P_1$ ,   γ)  $P_0 > P_1$ .

iii) Επαναλαμβάνουμε ξανά την εκτόξευση του αγωγού, αλλά προηγούμενα έχουμε αλλάξει την αντίσταση με άλλη με τιμή  $R_2$ , με αποτέλεσμα η γραφική παράσταση  $\Phi-t$  να πάρει τη μορφή της καμπύλης  $\beta$ . Για τις τιμές των δύο αντιστάσεων ισχύει:

α)  $R_2 < R_1$ ,   β)  $R_2 > R_1$ .

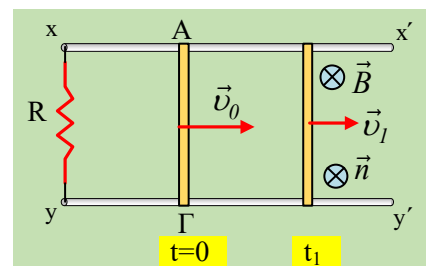
Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας

### Απάντηση:

i) Με βάση το διάγραμμα  $\Phi-t$  η τιμή της ροής είναι θετική, πράγμα που σημαίνει ότι η κάθετη στο πλαίσιο έχει την ίδια κατεύθυνση με την ένταση του πεδίου. Αλλά τότε αφού η μαγνητική ροή, η οποία δίνεται από την εξίσωση:

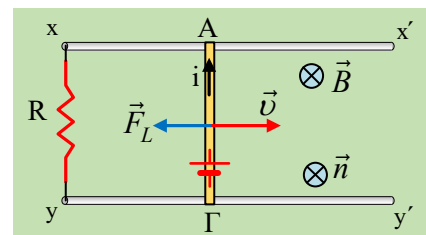
$$\Phi = B \cdot S$$

αυξάνεται, με σταθερή την ένταση του πεδίου, σημαίνει ότι αυξάνεται το εμβαδόν του ορθογωνίου  $xAGy$ . Για να συμβαίνει αυτό ο αγωγός απέκτησε αρχική ταχύτητα  $v_0$  με κατεύθυνση προς τα δεξιά, όπως στο σχήμα.



ii) Καθώς ο αγωγός κινείται προς τα δεξιά μεταβάλλεται η μαγνητική ροή, οπότε πάνω του εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή, με απόλυτη τιμή, ίση με την κλίση στο διάγραμμα  $\Phi-t$ :

$$E_{επ} = \left| -\frac{d\Phi}{dt} \right| = \frac{d(BS)}{dt} = \frac{B \cdot l \cdot dx}{dt} = Bvl$$



Αλλά τότε η ηλεκτρική ισχύς η οποία μετατρέπεται σε θερμότητα στην αντίσταση  $R_1$  δίνεται από την

εξίσωση:

$$P = i^2 R_l = \left( \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_l} \right)^2 R_l = \left( \frac{Bvl}{R_l} \right)^2 \cdot R_l = \frac{B^2 l^2 v^2}{R_l}$$

Αλλά καθώς κινείται ο αγωγός ΑΓ, ασκείται πάνω του η δύναμη Laplace με αντίθετη φορά, από την ταχύτητά του, με αποτέλεσμα να επιβραδύνεται και έτσι η ταχύτητά του τη στιγμή  $t_1$  να είναι μικρότερη της αρχικής ( $v_1 < v_0$ ), συνεπώς μειώνεται και η ηλεκτρική ισχύς στον αντιστάτη, με βάση την παραπάνω σχέση. Σωστό το γ).

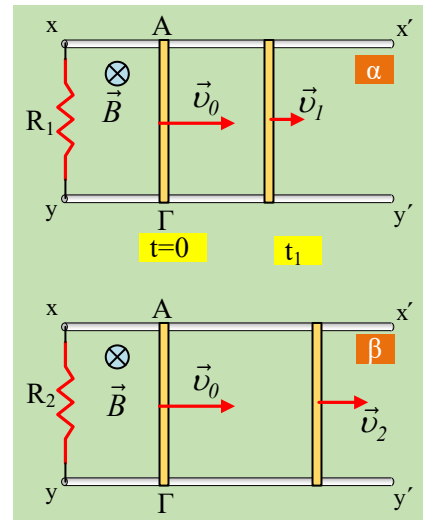
(Εναλλακτικά με βάση το διάγραμμα Φ-t, βλέπουμε ότι μειώνεται η κλίση της, συνεπώς μειώνεται και η ΗΕΔ από επαγωγή, οπότε και η ένταση του ρεύματος και τελικά και η ηλεκτρική ισχύς).

iii) Με βάση την καμπύλη β, παρατηρούμε ότι τη στιγμή  $t_1$  η μαγνητική ροή έχει μεγαλύτερη τιμή, από την αντίστοιχη τιμή της καμπύλης α. Αυτό σημαίνει ότι αν πάρουμε τις θέσεις που έχει φτάσει ο αγωγός στα δυο πειράματα, θα πάρουμε το διπλανό σχήμα, όπου στην δεύτερη περίπτωση ο αγωγός ΑΓ έχει μετατοπισθεί περισσότερο. Αλλά για να συμβεί αυτό σημαίνει ότι κινήθηκε με μεγαλύτερη ταχύτητα, κάθε στιγμή ή ισοδύναμα κινήθηκε με μικρότερη επιβράδυνση. Αλλά αν υπολογίσουμε την επιτάχυνση (το μέτρο της) κάποια στιγμή, θα έχουμε:

$$\Sigma F = ma \rightarrow F_L = ma \rightarrow Bil = ma \rightarrow$$

$$a = \frac{Bil}{m} = \frac{B \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R} l}{m} = \frac{B \frac{Bvl}{R} l}{m} = \frac{B^2 l^2 v}{mR}$$

Η τελευταία εξίσωση μας λέει ότι το μέτρο της επιτάχυνση του αγωγού, για ορισμένη ταχύτητα, είναι αντιστρόφως ανάλογη της αντίστασης του κυκλώματος. Οπότε αφού την δεύτερη φορά έχουμε μικρότερη επιβράδυνση, σημαίνει ότι η αντίσταση  $R_2$  είναι μεγαλύτερη της αρχικής  $R_1$ .



[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)