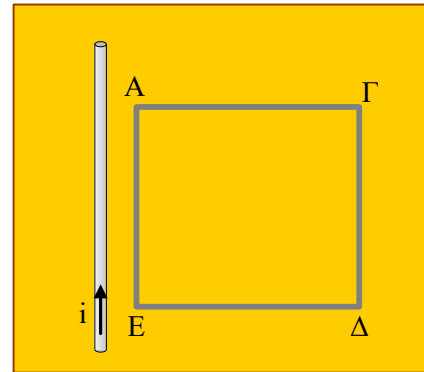


## Ο ευθύγραμμος αγωγός και το πλαίσιο

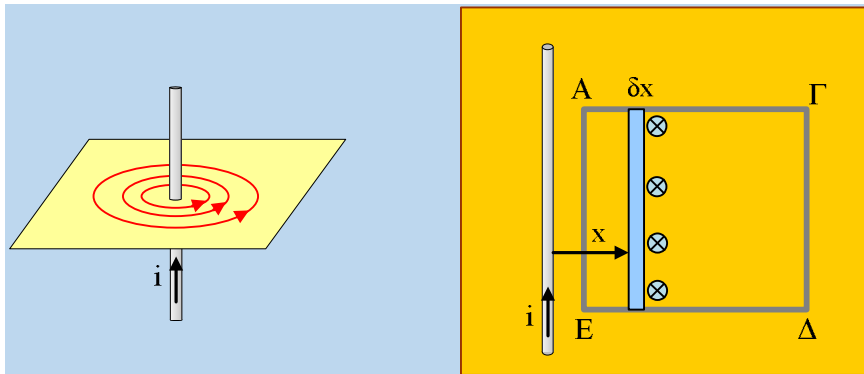
Δίπλα σε ένα ευθύγραμμο αγωγό πολύ μεγάλου μήκους που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, υπάρχει ένα ορθογώνιο αγώγιμο πλαίσιο Α-ΓΔΕ. Ο αγωγός και το πλαίσιο ορίζουν κατακόρυφο επίπεδο.



- i) Να εξετάσετε αν το πλαίσιο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, όταν ο ευθύγραμμος αγωγός:
- διαρρέεται από συνεχές ρεύμα έντασης  $I=2A$ , με φορά προς τα πάνω.
  - διαρρέεται από ρεύμα της μορφής  $i=2\eta\mu 100\pi t$ , όπου η θετική φορά είναι προς τα πάνω.
- ii) Στην δεύτερη περίπτωση με το εναλλασσόμενο ρεύμα:
- Να βρεθεί η φορά του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο τη χρονική στιγμή  $t_1= 1/75s$
  - Να εξετασθεί αν η πλευρά ΑΕ του πλαισίου δέχεται δύναμη από το μαγνητικό πεδίο του ευθύγραμμου αγωγού, τη χρονική στιγμή  $t_2=0,025s$  και αν ναι, να προσδιοριστεί η κατεύθυνσή της

### Απάντηση:

- i) Όταν ο ευθύγραμμος αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης  $i$ , με φορά προς τα πάνω, τότε δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο, όπου σε κάθε οριζόντιο επίπεδο οι δυναμικές γραμμές του, είναι ομόκεντροι κύκλοι με κέντρο τον αγωγό, όπως φαίνεται στο αριστερό σχήμα.



Αλλά τότε στην περιοχή του πλαισίου η ένταση του μαγνητικού πεδίου, είναι κάθετη στο επίπεδό του, με φορά προς τα μέσα, όπως στο δεξιό σχήμα παραπάνω. Αν τώρα πάρουμε μια πολύ λεπτή λωρίδα πάχους  $\delta x$  (με γαλάζιο χρώμα), η οποία απέχει κατά  $x$  από τον ευθύγραμμο αγωγό η ένταση του πεδίου δίνεται από την εξίσωση:

$$B_x = K_\mu \frac{2i}{x}$$

Με αποτέλεσμα η μαγνητική ροή που περνά από την παραπάνω λωρίδα, θεωρώντας την κάθετη στο πλαίσιο να έχει την ίδια κατεύθυνση με την ένταση  $B_x$ , να έχει τιμή:

$$\Phi_x = B_x \cdot S = K_\mu \frac{2i}{x} (AE) \cdot \delta x \quad (1)$$

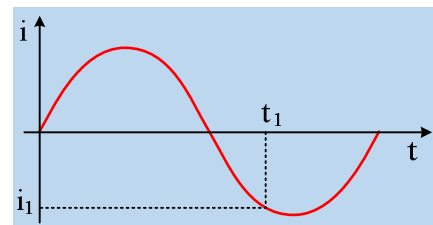
α) Όταν τώρα ο αγωγός διαρρέεται από συνεχές ρεύμα σταθερής τιμής, η μαγνητική ροή από την παραπάνω λωρίδα παραμένει σταθερή, οπότε σταθερή θα παραμένει και η συνολική ροή που περνά από όλο το πλαίσιο, αφού αυτό μπορεί να χωριστεί σε ένα σύνολο τέτοιων λωρίδων. Τότε όμως δεν έχουμε φαινόμενα επαγωγής στο πλαίσιο με αποτέλεσμα  $E_{επ}=0$ , οπότε και  $i_{επ}=0$ .

β) Αν τώρα ο ευθύγραμμος αγωγός διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα, από την εξίσωση (1) προκύπτει ότι μεταβάλλεται η μαγνητική ροή από την λωρίδα, συνεπώς με την ίδια λογική, μεταβάλλεται και η μαγνητική ροή που περνά από όλο το πλαίσιο, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται ΗΕΔ από επαγωγή στο πλαίσιο και αυτό να διαρρέεται από ρεύμα.

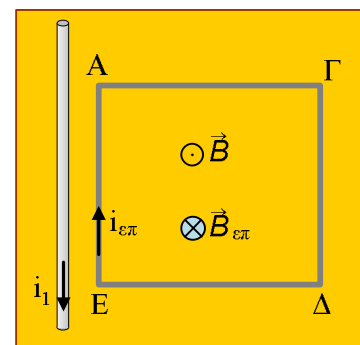
ii) Τη χρονική στιγμή  $t_1$  η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό, έχει τιμή:

$$i_1 = 2 \cdot \eta\mu(100\pi t) = 2 \cdot \eta\mu(100\pi \cdot 1/75) = 2 \cdot \eta\mu\left(\frac{4\pi}{3}\right) < 0$$

πράγμα που σημαίνει ότι η ένταση έχει αρνητική τιμή (δεν μας ενδιαφέρει η ακριβής τιμή της ούτε η γνώση του ημιτόνου, αρκεί να «αναγνωρίζουμε» ότι η φάση της έντασης παίρνει τιμή στο 3<sup>ο</sup> τεταρτημόριο, ενώ η ένταση, κατ' απόλυτο τιμή, αυξάνεται με βάση και το διπλανό διάγραμμα.



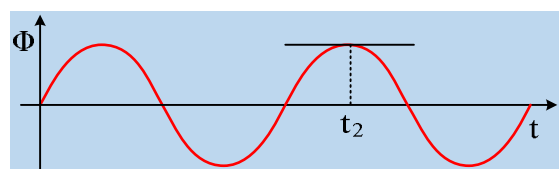
α) Με βάση τα παραπάνω, η ένταση του μαγνητικού πεδίου στην επιφάνεια του πλαισίου, έχει φορά προς τα έξω, με αυξανόμενο μέτρο και με βάση τον κανόνα του Lenz, το επαγωγικό ρεύμα θα έχει τέτοια φορά, ώστε να δημιουργήσει μαγνητικό πεδίο με φορά προς τα μέσα. Αλλά για να συμβεί αυτό το επαγωγικό ρεύμα θα έχει φορά από το  $E \rightarrow A$ , όπως στο διπλανό σχήμα.



β) Υπολογίζουμε την στιγμιαία ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό τη στιγμή  $t_2$ :

$$i_2 = 2 \cdot \eta\mu(100\pi t) = 2 \cdot \eta\mu(100\pi \cdot 0,025) = 2 \cdot \eta\mu(2,5\pi) = 2 \cdot \eta\mu\left(\frac{\pi}{2}\right) = 2A$$

Με βάση την εξίσωση (1) η μαγνητική ροή από κάθε λεπτή λωρίδα είναι ανάλογη της έντασης του ρεύματος, συνεπώς και από όλο το πλαίσιο θα είναι ανάλογη της έντασης. Και αφού η ένταση μεταβάλλεται ημιτονοειδώς με το χρόνο, την ίδια μορφή θα έχει και η μαγνητική ροή που περνά από το πλαίσιο. Τη στιγμή όμως  $t_2$  η ένταση γίνεται μέγιστη, οπότε μέγιστη θα είναι και η μαγνητική ροή, όπως φαίνεται και στο διπλανό σχήμα. Αλλά τότε η κλίση της ροής τη στιγμή  $t_2$  είναι μηδενική, συνεπώς μηδενική θα είναι και η ΗΕΔ που αναπτύσσεται στο πλαίσιο και μηδενική θα είναι και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος. Άρα δεν θα ασκείται δύναμη στην πλευρά ΑΕ από το μαγνητικό πεδίο του ευθύγραμμου



αγωγού.

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