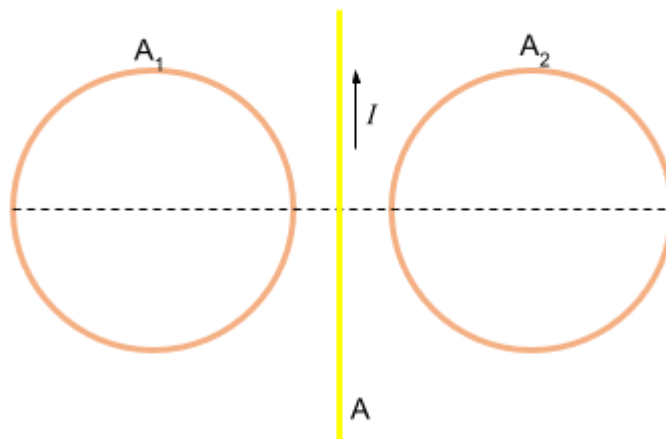


Ας ξαναπούμε τον κανόνα του Lenz

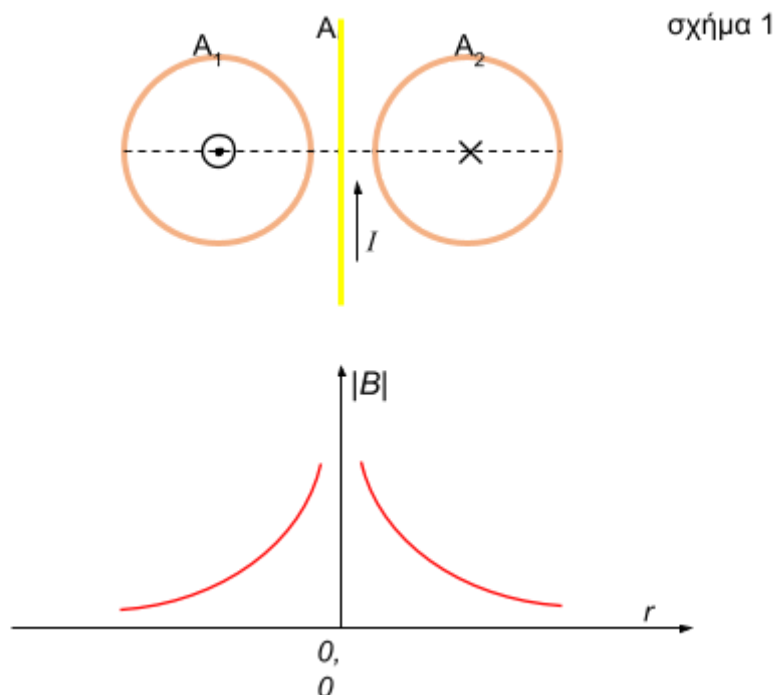
Πάνω στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, βρίσκονται, δύο κυκλικοί αγωγοί A_1 και A_2 , όπως φαίνεται στην κάτοψη του σχήματος. Κάθετα στη διάκεντρο των αγωγών και στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, τοποθετείται ο ευθύγραμμος αγωγός A . Συνδέουμε τον αγωγό A σε κύκλωμα με πηγή συνεχούς τάσης και μεταβλητή αντίσταση, ώστε να διαρρέεται από ρεύμα, που έχει τη φορά του σχήματος. Κάποια στιγμή αρχίζουμε να κινούμε το δρομέα και η μεταβλητή αντίσταση αυξάνεται χρονικά.



- α) Να κάνετε ποιοτικά τη γραφική παράσταση $|B| \rightarrow r$ που περιγράφει πως μεταβάλλεται το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του ευθύγραμμου αγωγού A , πάνω στην ευθεία της διακέντρου των δύο κυκλικών αγωγών, θεωρώντας τον αγωγό A στη θέση $r = 0$.
- β) Να εξηγήσετε γιατί θα αναπτυχθεί ΗΕΔ επαγωγής στους κυκλικούς αγωγούς.
- γ) Να βρείτε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος στους κυκλικούς αγωγούς, να την σχεδιάσετε στο σχήμα και να την δικαιολογήσετε.

Απάντηση

α)



Ο ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός είναι πηγή μαγνητικού πεδίου, του οποίου η ένταση έχει μέτρο:

$$B = k_{\mu} \frac{2I}{r}$$

δηλαδή είναι **αντιστρόφως ανάλογη της απόστασης** από τον αγωγό.

Η αντίστοιχη γραφική παράσταση θα είναι υπερβολή όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

β) Όπως είπαμε ο ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός είναι πηγή μαγνητικού πεδίου, του οποίου η ένταση έχει μέτρο

$$B = k_{\mu} \frac{2I}{r}$$

δηλαδή είναι **ανάλογη της έντασης του ρεύματος**.

Μεταβάλλοντας την αντίσταση του κυκλώματος, που τροφοδοτεί τον αγωγό Α (σύμφωνα και με τον τύπο που προκύπτει από το νόμο του Ohm), μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος I , που τον διαρρέει. Ανάλογα τότε μεταβάλλεται και η ένταση B του μαγνητικού πεδίου στο χώρο γύρω από τον αγωγό. Αυτό οδηγεί και σε μεταβολή της μαγνητικής ροής, μέσα από τις επιφάνειες των γειτονικών αγωγών A_1 και A_2 .

Όταν όμως μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από έναν αγωγό, αναπτύσσεται σε αυτόν ΗΕΔ επαγωγής, ανάλογη με το ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής.

γ) Η αύξηση της αντίστασης του κυκλώματος τροφοδοσίας του αγωγού Α, οδηγεί σε μείωση χρονικά της έντασης του ρεύματος I , που τον διαρρέει. Άρα μειώνεται το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου και κατά συνέπεια μειώνεται απολύτως και η μαγνητική ροή που διέρχεται από τις επιφάνειες των δύο κυκλικών αγωγών. Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, Η ΗΕΔ επαγωγής που αναπτύσσεται σε κάθε κυκλικό αγωγό, θα προκαλέσει επαγωγικό ρεύμα, του οποίου η φορά θα είναι τέτοια ώστε το μαγνητικό του πεδίο, να εμποδίζει την αιτία που το δημιουργεί. Δηλαδή θα πρέπει να τείνει να ενισχύσει την απολύτως μειούμενη χρονικά μαγνητική ροή.

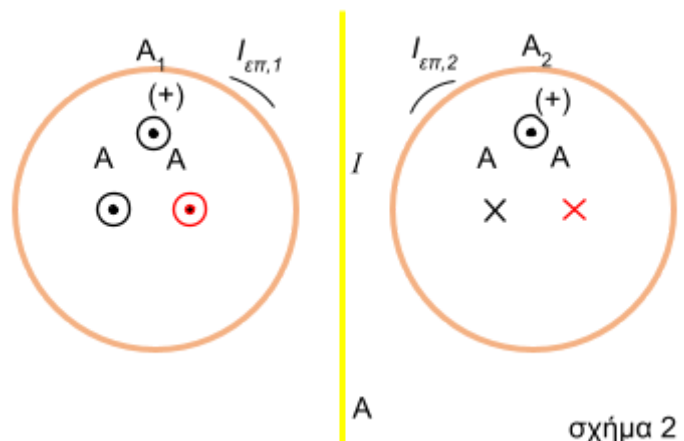
Παρατηρώντας το σχήμα 2:

1ος τρόπος: Στον αγωγό A_1 η ένταση του ανομοιογενούς μαγνητικού πεδίου είναι προς τα πάνω και σε κάθε σημείο μειώνεται. Άρα το επαγωγικό μαγνητικό πεδίο πρέπει να έχει φορά επίσης προς τα πάνω, για να την ενισχύσει.

Με τον κανόνα του δεξιού χεριού προκύπτει η φορά του ρεύματος **αντιωρολογιακή**.

Στον αγωγό A_2 η ένταση του ανομοιογενούς μαγνητικού πεδίου είναι προς τα κάτω και σε κάθε σημείο μειώνεται. Άρα το επαγωγικό μαγνητικό πεδίο πρέπει να έχει φορά επίσης προς τα κάτω, για να την ενισχύσει.

Με τον κανόνα του δεξιού χεριού προκύπτει η φορά του ρεύματος **ωρολογιακή**.



2ος τρόπος: Ο κανόνας του Lenz υπεισέρχεται στο νόμο του Faraday, με το πρόσημο (-).

Θεωρούμε το εμβαδικό διάνυσμα $\vec{\eta}$ προς τα πάνω και στους δύο κυκλικούς αγωγούς. Αυτό δημιουργεί ως θετική φορά διαγραφής των δύο βρόχων την **αντιωρολογιακή**.

Στον αγωγό A_1 η μαγνητική ροή έχει θετική αλγεβρική τιμή και μειώνεται απολύτως, δηλαδή μειώνεται αλγεβρικά:

$$\frac{d\Phi_1}{dt} < 0 \rightarrow E_{\epsilon\pi,1} = -\frac{d\Phi_1}{dt} > 0 \rightarrow I_{\epsilon\pi,1} = \frac{E_{\epsilon\pi,1}}{R_1} > 0$$

δηλαδή θα έχει τη θετική φορά διαγραφής που θεωρήσαμε: την **αντιωρολογιακή**.

Στον αγωγό A_2 η μαγνητική ροή έχει αρνητική αλγεβρική τιμή και μειώνεται απολύτως, δηλαδή αυξάνεται αλγεβρικά:

$$\frac{d\Phi_2}{dt} > 0 \rightarrow E_{\epsilon\pi,2} = -\frac{d\Phi_2}{dt} < 0 \rightarrow I_{\epsilon\pi,2} = \frac{E_{\epsilon\pi,2}}{R_2} < 0$$

δηλαδή θα έχει τη αρνητική φορά διαγραφής: την **ωρολογιακή**.

Ανδρέας Ριζόπουλος