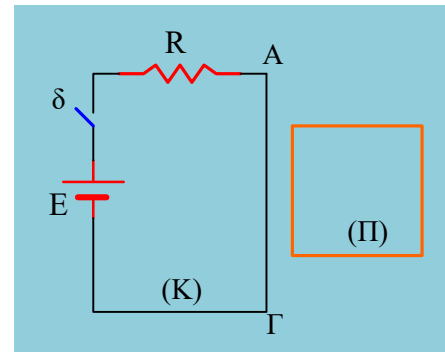


Τι θα κάνει το πλαίσιο, αν κλείσουμε το διακόπτη;

Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμούν ένα ανοικτό κύκλωμα (Κ), το οποίο περιλαμβάνει μια πηγή με έναν αντιστάτη και ένα αγώγιμο τετράγωνο πλαίσιο (Π), το ένα δίπλα στο άλλο, όπως στο σχήμα (σε κάτωψη). Αν το σύρμα ΑΓ θεωρείται πολύ μεγάλου μήκους και κάποια στιγμή κλείσουμε το διακόπτη (δ), τι από τα παρακάτω πρόκειται να συμβεί με το πλαίσιο;

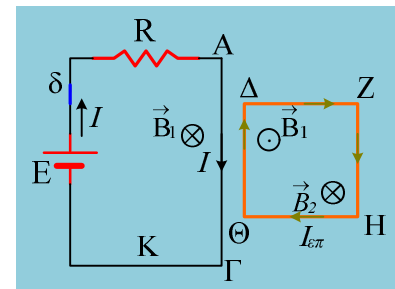


- i) Θα παραμείνει στη θέση του, ακίνητο.
- ii) Θα πλησιάσει το κύκλωμα, κινούμενο προς τα αριστερά.
- iii) Θα απομακρυνθεί από το κύκλωμα, κινούμενο προς τα δεξιά.
- iv) θα ανασηκωθεί, χάνοντας ίσως την επαφή του με το οριζόντιο επίπεδο.

Να δικαιολογηθεί αναλυτικά η επιλογή σας.

Απάντηση:

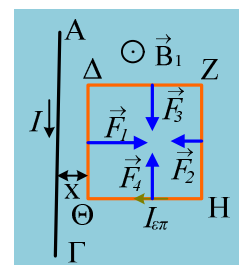
Μόλις κλείσουμε το διακόπτη (δ), το κύκλωμα (Κ) θα αρχίσει να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I , με φορά όπως στο σχήμα. Αλλά τότε εξαιτίας του σύρματος ΑΓ, το οποίο αντιμετωπίζουμε ως έναν ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους, θα δημιουργηθεί ένα μαγνητικό πεδίο με δυναμικές γραμμές ομόκεντρους κύκλους, κάθετους στον αγωγό ΑΓ.



Με τον κανόνα του δεξιού χεριού βρίσκουμε τη φορά τους, όπου στο επίπεδο του χαρτιού, αριστερά του αγωγού, είναι κάθετες στο επίπεδο με φορά προς τα μέσα, ενώ δεξιά το ΑΓ, στην περιοχή του πλαισίου, είναι επίσης κάθετες στο οριζόντιο επίπεδο, με φορά προς τον αναγνώστη.

Αλλά τότε έχουμε μεταβολή της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο (αρχικά, με το διακόπτη ανοικτό, δεν είχαμε ρεύμα και μαγνητικό πεδίο, οπότε $\Phi_{ap\chi}=0$), με αποτέλεσμα να εμφανιστεί στο πλαίσιο μια ηλεκτρεγερτική δύναμη λόγω επαγωγής και αφού το πλαίσιο αποτελεί κλειστό κύκλωμα, θα αρχίσει να διαρρέεται από επαγωγικό ηλεκτρικό ρεύμα. Σύμφωνα δε με τον κανόνα του Lenz, το ρεύμα αυτό πρέπει να αντιτίθεται στην αιτία που το προκαλεί, εδώ στην εμφάνιση της έντασης του πεδίου B_1 . Άρα η ένταση του επαγωγικού ρεύματος I_{ep} , θα έχει τη φορά που έχει σημειωθεί στο σχήμα, αφού έτσι δημιουργεί ένα δεύτερο μαγνητικό πεδίο έντασης B_2 , με αντίθετη φορά από το B_1 .

Αλλά τότε αν σχεδιάσουμε τι δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε πλευρά του πλαισίου, θα πάρουμε το διπλανό σχήμα, όπου $\Sigma F_{3,4}=0$, αφού λόγω συμμετρίας στις πλευρές ΔΖ και ΗΘ του πλαισίου ασκούνται δυνάμεις ίσου μέτρου, ενώ για τις δυνάμεις στις πλευρές ΔΘ και ΖΗ έχουμε (έστω ℓ το μήκος της πλευράς του πλαισίου και x η απόσταση της ΑΓ από την ΔΘ):



$$F_1 = BI_{\varepsilon\pi}\ell = k_{\mu} \frac{2I}{x} \cdot I_{\varepsilon\pi}\ell \quad (1)$$

Και

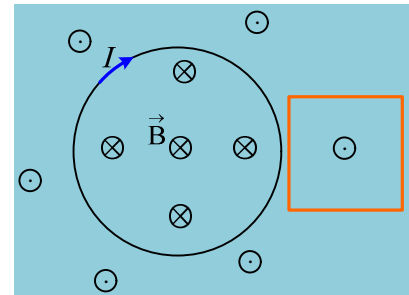
$$F_2 = BI_{\varepsilon\pi}\ell = k_{\mu} \frac{2I}{x+\ell} \cdot I_{\varepsilon\pi}\ell \quad (2)$$

Από (1) και (2) προκύπτει ότι $F_1 > F_2$, οπότε η συνισταμένη τους έχει φορά προς τα δεξιά, με αποτέλεσμα το πλαίσιο να επιταχυνθεί απομακρυνόμενο από το κύκλωμα. Σωστή η iii) εκδοχή.

Σχόλιο:

Θα μπορούσε κάποιος να αναρωτηθεί, γιατί παίρνουμε το μαγνητικό πεδίο του αγωγού ΑΓ και όχι όλου του κυκλώματος; Η απάντηση είναι γιατί στην περιοχή του πλαισίου, το μαγνητικό πεδίο οφείλεται **κυρίως**, στον αγωγό αυτό, λόγω εγγύτητας.

Βέβαια, αν επιμένει, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι το μαγνητικό πεδίο του κυκλώματος (Κ) είναι παρόμοιο με το μαγνητικό πεδίο κυκλικού αγωγού, οπότε και πάλι θα σχεδιάζαμε το μαγνητικό πεδίο, όπως στο διπλανό σχήμα, καταλήγοντας στο ίδιο αποτέλεσμα.



dmargaris@gmail.com