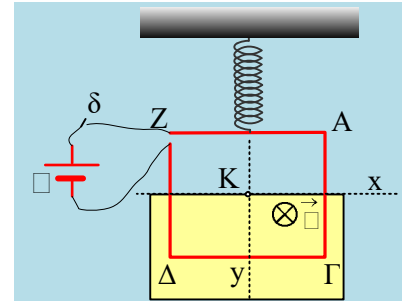


Τι θα συμβεί με το κλείσιμο του διακόπτη;

Τρεις παραλλαγές σε ένα θέμα...

1) Το τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο ΑΓΔΖ ηρεμεί με το επίπεδό του κατακόρυφο, δεμένο στο άκρο ενός κατακόρυφου ελατηρίου, ενώ το μισό, βρίσκεται μέσα σε ένα οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , με δυναμικές γραμμές κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου. Αν κλείσουμε το διακόπτη δ , με αποτέλεσμα το πλαίσιο να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, τότε:



- i) Η πλευρά ΓΔ είναι η μόνη πλευρά του πλαισίου, η οποία θα δεχθεί δύναμη από το μαγνητικό πεδίο, αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη.
- ii) Το ελατήριο θα επιμηκυνθεί.
- iii) Το μήκος του ελατηρίου θα μειωθεί.
- iv) Το πλαίσιο θα περιστραφεί γύρω από τον οριζόντιο άξονα x , ο οποίος περνά από το κέντρο του πλαισίου K .

Να δικαιολογήσετε ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

Απάντηση:

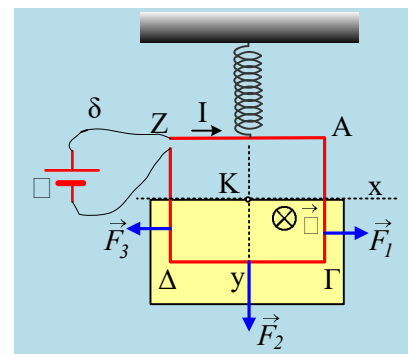
Κλείνοντας το διακόπτη το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα, οπότε έχουμε τις πλευρές του τετραγώνου να βρίσκονται μέσα σε μαγνητικό πεδίο και να δέχονται δυνάμεις από αυτό. Με βάση των κανόνα των τριών δακτύλων βρίσκουμε την κατεύθυνση των δυνάμεων αυτών, όπως έχουν σχεδιαστεί στο διπλανό σχήμα. Για τα μέτρα τους έχουμε:

$$F_1 = F_3 = BI \cdot \ell = \frac{1}{2} BIa \quad \text{και} \quad F_2 = BIa$$

Όπου ℓ το μήκος των πλευρών ΑΓ και ΔΖ, που βρίσκονται μέσα στο πεδίο, δηλαδή $\ell = \frac{1}{2} a$, όπου a η πλευρά του τετραγώνου.

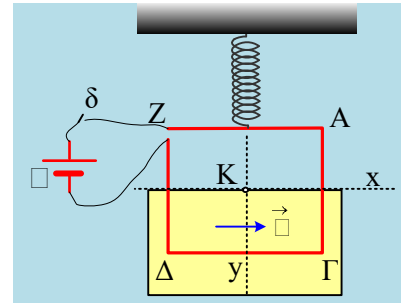
Αλλά τότε η συνισταμένη των δυνάμεων, είναι η F_2 , δύναμη κατακόρυφη, με αποτέλεσμα το ελατήριο να επιμηκύνεται. Εξάλλου η δύναμη F_2 περνά από το κέντρο μάζας του τετραγώνου, με αποτέλεσμα να μην εμφανίζεται κάποια ροπή που να περιστρέφει το πλαίσιο. Με βάση αυτά, οι απαντήσεις μας είναι:

- i) Η πλευρά ΓΔ είναι η μόνη πλευρά του πλαισίου, η οποία θα δεχθεί δύναμη από το μαγνητικό πεδίο. **(Α)**
- ii) Το ελατήριο θα επιμηκυνθεί. **(Σ)**
- iii) Το μήκος του ελατηρίου θα μειωθεί. **(Α)**



iv) Το πλαίσιο θα περιστραφεί γύρω από τον οριζόντιο άξονα x , ο οποίος περνά από το κέντρο του πλαισίου K . (Λ)

2) Το τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο $ΑΓΔΖ$ ηρεμεί με το επίπεδό του κατακόρυφο, δεμένο στο άκρο ενός κατακόρυφου ελατηρίου, ενώ το μισό, βρίσκεται μέσα σε ένα οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , όπως στο σχήμα, με δυναμικές γραμμές παράλληλες στο επίπεδο του πλαισίου. Αν κλείσουμε το διακόπτη δ , με αποτέλεσμα το πλαίσιο να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, τότε:



i) Η πλευρά $ΓΔ$ είναι η μόνη πλευρά του πλαισίου, η οποία θα δεχθεί δύναμη από το μαγνητικό πεδίο.

ii) Το ελατήριο θα επιμηκυνθεί.

iii) Το μήκος του ελατηρίου θα μειωθεί.

iv) Το πλαίσιο θα περιστραφεί γύρω από τον κατακόρυφο άξονα y , ο οποίος περνά από το κέντρο του πλαισίου K .

Να δικαιολογήσετε ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

Απάντηση:

Στην περίπτωση αυτή η πλευρά $ΓΔ$ δεν θα δεχθεί δύναμη, αφού είναι παράλληλη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Δυνάμεις θα δεχτούν τα τμήματα των πλευρών $ΑΓ$ και $ΔΖ$ που βρίσκονται μέσα στο πεδίο, δυνάμεις κάθετες στο επίπεδο της σελίδας, όπως στο διπλανό σχήμα. Για τα μέτρα των δυνάμεων αυτών θα έχουμε:

$$F_1 = F_3 = BI \cdot \ell = \frac{1}{2} BIa$$

Αλλά τότε το διανυσματικό άθροισμα των δυνάμεων αυτών είναι μηδενικό, όμως το σύστημα αυτό, αποτελεί ένα ζεύγος δυνάμεων που εμφανίζει ροπή (ως προς οποιοδήποτε σημείο) η οποία τείνει να στρέψει το πλαίσιο δεξιόστροφα, γύρω από τον κατακόρυφο άξονα y , με μέτρο:

$$\tau = F \cdot d = \frac{1}{2} BIa^2.$$

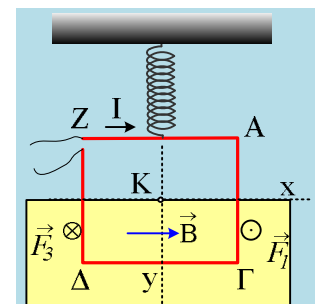
Με βάση αυτά έχουμε για τις προτάσεις που μας έδωσαν:

i) Η πλευρά $ΓΔ$ θα δεχθεί δύναμη από το μαγνητικό πεδίο. (Λ)

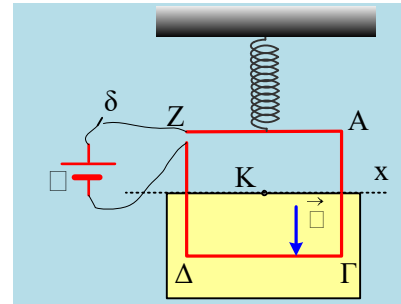
ii) Το ελατήριο θα επιμηκυνθεί. (Λ)

iii) Το μήκος του ελατηρίου θα μειωθεί. (Λ)

iv) Το πλαίσιο θα περιστραφεί γύρω από τον κατακόρυφο άξονα y , ο οποίος περνά από το κέντρο του πλαισίου K . (Σ)



3) Το τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο ΑΓΔΖ ηρεμεί με το επίπεδό του κατακόρυφο, δεμένο στο άκρο ενός κατακόρυφου ελατηρίου, ενώ το μισό, βρίσκεται μέσα σε ένα κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , όπως στο σχήμα. Αν κλείσουμε το διακόπτη δ , με αποτέλεσμα το πλαίσιο να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, τότε:

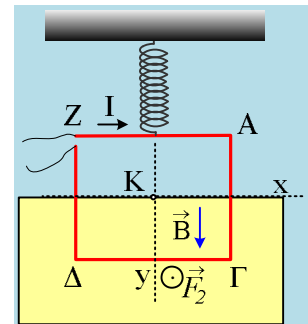


- i) Η πλευρά ΓΔ είναι η μόνη πλευρά του πλαισίου, η οποία θα δεχθεί δύναμη από το μαγνητικό πεδίο.
- ii) Το ελατήριο θα επιμηκυνθεί.
- iii) Το ελατήριο θα πάψει να είναι κατακόρυφο.
- iv) Το πλαίσιο θα περιστραφεί γύρω από τον οριζόντιο άξονα x .

Να δικαιολογήσετε ποιες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες.

Απάντηση:

Κλείνοντας τώρα το διακόπτη, οι πλευρές ΑΓ και ΔΖ δεν δέχονται δυνάμεις από το μαγνητικό πεδίο (τα τμήματα που βρίσκονται μέσα στο πεδίο...), αφού έχουν την διεύθυνση των δυναμικών γραμμών. Η μόνη πλευρά που δέχεται δύναμη είναι η πλευρά ΓΔ και η δύναμη αυτή προκύπτει να είναι οριζόντια, με φορά προς τα έξω, όπως στο σχήμα. Η δύναμη αυτή θα επιταχύνει (στιγμιαία) το πλαίσιο προς τα εμάς και ταυτόχρονα επειδή εμφανίζει και ροπή ως προς το κέντρο μάζας Κ, θα του προσδώσει και γωνιακή επιτάχυνση, στρέφοντάς το ως προς τον οριζόντιο άξονα x , ο οποίος περνά από το Κ. Έτσι θα έχουμε:



- i) Η πλευρά ΓΔ είναι η μόνη πλευρά του πλαισίου, η οποία θα δεχθεί δύναμη από το μαγνητικό πεδίο. (Σ)
- ii) Το ελατήριο θα επιμηκυνθεί. (Λ)
- iii) Το ελατήριο θα πάψει να είναι κατακόρυφο. (Σ)
- iv) Το πλαίσιο θα περιστραφεί γύρω από τον οριζόντιο άξονα x . (Σ)

dmargaris@gmail.com