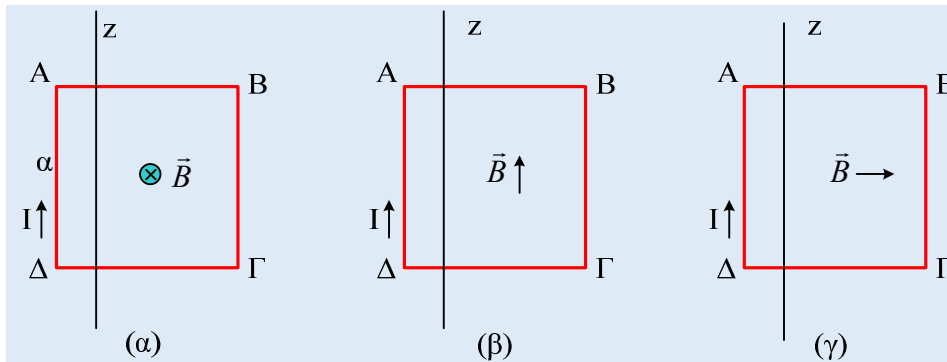


Μήπως περιστραφεί το πλαίσιο;

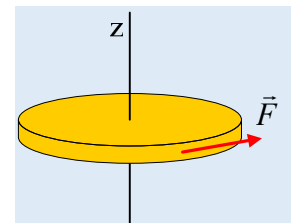
Μέσα σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B , βρίσκεται ένα τετράγωνο αγώγιμο πλαίσιο πλευράς a , το οποίο διαρρέεται από ρεύμα έντασης I , με το επίπεδό του κατακόρυφο. Το πλαίσιο μπορεί να στρέφεται γύρω από σταθερό κατακόρυφο άξονα z , ο οποίος είναι παράλληλος στην πλευρά $A\Delta$. Στο σχήμα βλέπουμε τρεις διαφορετικές εκδοχές για το μαγνητικό πεδίο, η ένταση του οποίου B , στα σχήματα (α) και (γ) είναι οριζόντια, ενώ στο σχήμα (β) κατακόρυφη.



- i) Να σχεδιάσετε τη δύναμη Laplace που ασκείται στην πλευρά $A\Delta$ του πλαισίου και στις τρεις αυτές περιπτώσεις.
- ii) Να βρεθεί η συνισταμένη δύναμη που δέχεται το πλαίσιο από το μαγνητικό πεδίο σε κάθε περίπτωση;
- iii) Υπάρχει περίπτωση κάποιο από τα παραπάνω πλαίσια να περιστραφεί γύρω από τον άξονα z ;

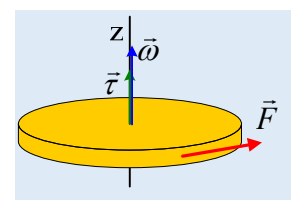
Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Υπόδειξη: Στο διπλανό σχήμα ένας οριζόντιος δίσκος μπορεί να στρέφεται γύρω από τον σταθερό κατακόρυφο άξονα z και δέχεται εφαπτομενικά στην περιφέρειά του μια δύναμη F , όπως στο σχήμα. Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της ροπής της δύναμης κατά τον άξονα z , καθώς και το διάνυσμα της γωνιακής ταχύτητας που πρόκειται να αποκτήσει ο δίσκος μετά από λίγο.



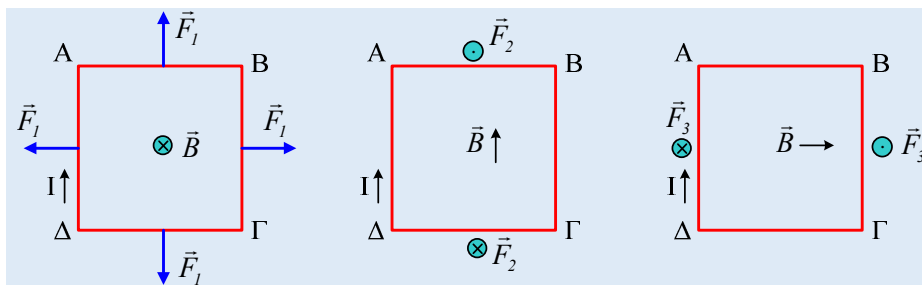
Απάντηση:

Ας ξεκινήσουμε με την υπόδειξη. Με βάση τον κανόνα του δεξιού χεριού (ή του δεξιόστροφου κοχλία) βρίσκουμε ότι η ροπή κατά τον άξονα z , βρίσκεται πάνω στον άξονα με φορά προς τα πάνω και την ίδια κατεύθυνση θα έχει και το διάνυσμα της γωνιακής ταχύτητας, με την οποία θα στρέφεται ο δίσκος, κατά την επιταχυνόμενη στροφική κίνηση που θα πραγματοποιήσει.



- i) Στο παρακάτω σχήμα έχουν σημειωθεί οι δυνάμεις Laplace οι οποίες ασκούνται στην πλευρά $A\Delta$, από το μαγνητικό πεδίο, με εφαρμογή του κανόνα των τριών δακτύλων. Η δύναμη F_1 στο (α) , στο επίπεδο της σελίδας με φορά προς τα αριστερά και η δύναμη F_3 , κάθετη στο επίπεδο της σελίδας (και του πλαισίου...) με φορά προς τα μέσα. Στο μεσαίο σχήμα ο αγωγός $A\Delta$ είναι παράλληλος με τις δυναμικές γραμμές του

πεδίου και δεν δέχεται δύναμη από αυτό.



ii) Στο παραπάνω σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυνάμεις Laplace, σε όλες τις πλευρές του πλαισίου και στα τρία μαγνητικά πεδία.

Στο (α) σχήμα και οι τέσσερις δυνάμεις έχουν το ίδιο μέτρο $F_1 = BI\ell = B\ell I$. Αλλά τότε $\Sigma F_x = F_1 - F_1 = 0$ και $\Sigma F_y = F_1 - F_1 = 0$, οπότε και η συνισταμένη $\Sigma F_1 = 0$.

Το ίδιο ισχύει και στο (β) σχήμα, όπου απλώς $\Sigma F = F_2 - F_2 = 0$.

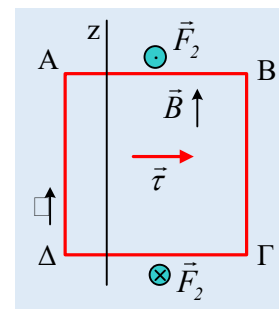
Αλλά και στο σχήμα (γ), $\Sigma F = F_{A\Delta} - F_{B\Gamma} = F_3 - F_3 = 0$.

Βλέπουμε δηλαδή ότι και στις τρεις παραπάνω περιπτώσεις και ανεξάρτητα της γωνίας που σχηματίζει το διάνυσμα της έντασης του πεδίου με το πλαίσιο, η συνισταμένη δύναμη είναι μηδενική.

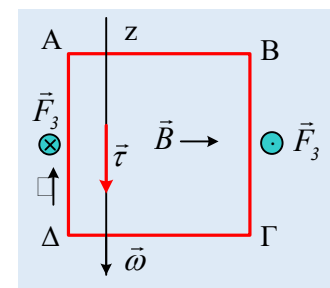
iii) Το αν κάποιο από τα παραπάνω πλαίσια τεθεί σε περιστροφή γύρω από τον άξονα z, θα εξαρτηθεί από το αν ασκηθεί κάποια (συνισταμένη) ροπή στο πλαίσιο, ως προς τον άξονα z.

Στο (α) σχήμα οι ασκούμενες δυνάμεις είναι όλες ομοεπίπεδες με τον άξονα z, οπότε δεν έχουν κάποια ροπή ως προς τον άξονα, συνεπώς το πλαίσιο δεν τείνει να περιστραφεί.

Στο (β) σχήμα οι δυο δυνάμεις αποτελούν ένα ζεύγος δυνάμεων, το οποίο έχει ροπή $\tau = F_2 \cdot a$, κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν οι δυο δυνάμεις. Αλλά οι δυο οριζόντιες δυνάμεις F_2 του σχήματος ορίζουν ένα κατακόρυφο επίπεδο, κάθετο στο επίπεδο του πλαισίου, συνεπώς η ροπή είναι πάνω στο επίπεδο του πλαισίου, κάθετη στην ΑΔ, όπως στο σχήμα. Η ροπή αυτή κάθετη στον άξονα z, δεν δίνει συνιστώσα πάνω στον z άξονα και έτσι δεν έχουμε ροπή **κατά τον άξονα z** και το πλαίσιο δεν πρόκειται να περιστραφεί γύρω από τον σταθερό άξονα z.



Στο (γ) σχήμα οι δυο δυνάμεις που ασκούνται στις πλευρές ΑΔ και ΒΓ είναι ξανά οριζόντιες και αποτελούν ένα ζεύγος δυνάμεων, με ροπή μέτρου $\tau = F_3 \cdot a$ κατακόρυφης διεύθυνσης, άρα και κατά τον άξονα z, γύρω από τον οποίο πρόκειται να επιταχυνθεί στροφικά το πλαίσιο, συνεπώς θα αποκτήσει γωνιακή ταχύτητα $\vec{\omega}$ με φορά προς τα κάτω, όπως στο σχήμα.



Συμπέρασμα: Μόνο το πλαίσιο στο (γ) σχήμα πρόκειται να περιστραφεί.

dmargaris@gmail.com