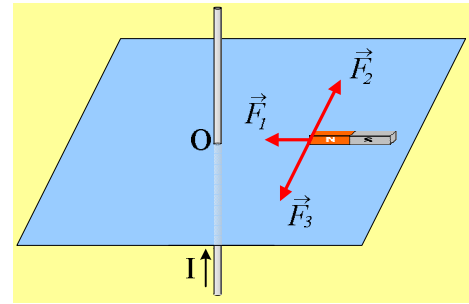


Ένας μαγνήτης σε δύο πεδία

1) Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένας ραβδόμορφος μαγνήτης, ο κατά μήκος άξονας του οποίου κατευθύνεται σε σημείο Ο του επιπέδου, από το οποίο διέρχεται ένας κατακόρυφος ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους, όπως στο σχήμα. Αν διοχετεύσουμε ρεύμα με φορά προς τα πάνω στον αγωγό, τότε:



i) Ο βόρειος πόλος του μαγνήτη, θα δεχτεί την δύναμη:

- α) F_1 με κατεύθυνση προς το Ο. β) Την F_2 , γ) F_3

όπου οι F_2 και F_3 είναι κάθετες στην F_1 .

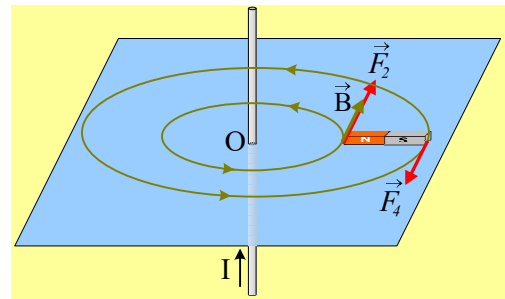
ii) Τι πρόκειται να κάνει ο μαγνήτης;

- α) Θα πλησιάσει τον αγωγό
 β) Θα απομακρυνθεί από τον αγωγό.
 γ) Θα περιστραφεί γύρω από κατακόρυφο άξονα που θα περνά από το κέντρο μάζας του.
 δ) Θα εκτελέσει σύνθετη κίνηση.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Απάντηση

i) Στο σχήμα έχουν σημειωθεί δύο δυναμικές γραμμές, που περνούν από τους πόλους του μαγνήτη. Με βάση τον κανόνα του δεξιού χεριού, βρίσκουμε ότι η ένταση έχει τη φορά του σχήματος, οπότε την ίδια κατεύθυνση θα έχει και η ασκούμενη δύναμη. Σωστό το β).



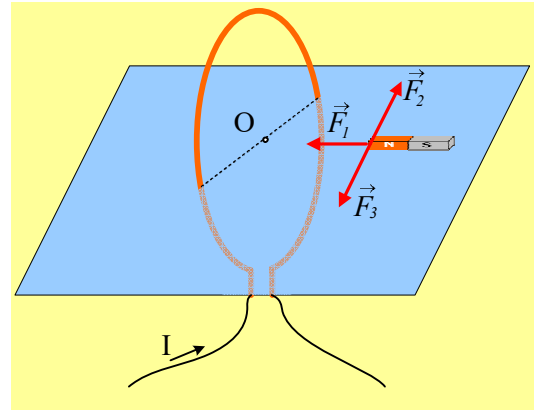
ii) Αντίθετα ο νότιος πόλος θα δεχτεί δύναμη αντίθετης φοράς, όπως η δύναμη F_4 του σχήματος. Όμως το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του ευθύγραμμου αγωγού δίνεται από την εξίσωση:

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

Οπότε η ένταση καθώς απομακρυνόμαστε από τον αγωγό μειώνεται, συνεπώς και για τα μέτρα των ασκούμενων δυνάμεων θα έχουμε $|F_2| > |F_4|$. Αλλά τότε η συνισταμένη των δύο δυνάμεων θα έχει την κατεύθυνση της F_2 και προς την ίδια κατεύθυνση θα επιταχυνθεί το κέντρο μάζας του μαγνήτη. Ταυτόχρονα βέβαια το σύστημα των δύο ασκούμενων δυνάμεων, παρουσιάζει ροπή ως προς το κέντρο μάζας, με αποτέλεσμα ο μαγνήτης να αποκτήσει και γωνιακή επιτάχυνση περιστρεφόμενος δεξιόστροφα.

Θα εκτελέσει δηλαδή σύνθετη κίνηση και σωστό είναι το δ)

2) Σε λείο οριζόντιο επίπεδο ηρεμεί ένας ραβδόμορφος μαγνήτης, ο κατά μήκος άξονας του οποίου είναι κάθετος στο επίπεδο ενός κατακόρυφου κυκλικού αγωγού στο κέντρο του Ο, όπως στο σχήμα. Αν διοχετεύσουμε ρεύμα με φορά όπως στο σχήμα στον αγωγό, τότε:



i) Ο βόρειος πόλος του μαγνήτη, θα δεχτεί την δύναμη:

- α) F_1 με κατεύθυνση προς το Ο. β) Την F_2 , γ) F_3
όπου οι F_2 και F_3 είναι κάθετες στην F_1 .

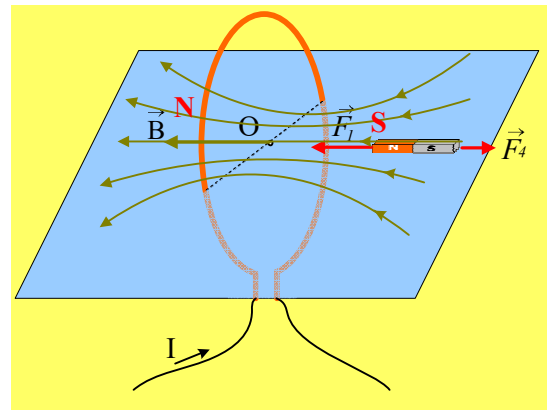
ii) Τι πρόκειται να κάνει ο μαγνήτης;

- α) Θα πλησιάσει τον αγωγό
β) Θα απομακρυνθεί από τον αγωγό.
γ) Θα περιστραφεί γύρω από κατακόρυφο άξονα που θα περνά από το κέντρο μάζας του.
δ) Θα εκτελέσει σύνθετη κίνηση.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Απάντηση

i) Αν χαράξουμε τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου του κυκλικού αγωγού, πάνω στο οριζόντιο επίπεδο του μαγνήτη, θα πάρουμε την διπλανή εικόνα, όπου η αριστερή πλευρά του αγωγού αντιστοιχεί στο Βόρειο πόλο (οι δυναμικές γραμμές εξέρχονται) και η δεξιά πλευρά σε Νότιο πόλο. Αλλά τότε ο άξονας του μαγνήτη μας βρίσκεται πάνω σε μια (ευθύγραμμη) δυναμική γραμμή με φορά προς τα αριστερά. Αλλά τότε ο Βόρειος πόλος του ραβδόμορφου μαγνήτη δέχεται την δύναμη F_1 .



Σωστό το α).

ii) Με βάση τη μορφή του μαγνητικού πεδίου, ο νότιος πόλος του μαγνήτη μας, δέχεται δύναμη με φορά προς τα δεξιά, την F_4 , μικρότερου μέτρου σε σχέση με την F_1 , αφού το πεδίο του κυκλικού αγωγού εξασθενεί καθώς απομακρυνόμαστε από το επίπεδό του. Στο σχήμα βλέπουμε τις δυναμικές γραμμές να «ανοίγουν» οπότε μειώνεται η πυκνότητά τους, συνεπώς και η ένταση του πεδίου. Έτσι η συνισταμένη δύναμη που δέχεται ο ραβδόμορφος μαγνήτης μας έχει την φορά της F_1 , με αποτέλεσμα να αποκτήσει και επιτάχυνση της ίδιας κατεύθυνσης, εκτελώντας μεταφορική κίνηση και πλησιάζοντας το επίπεδο του κυκλικού αγωγού. Σωστό το α).

Σχόλιο:

Με βάση τα παραπάνω, γίνεται ξεκάθαρο ότι ο κυκλικός αγωγός συμπεριφέρεται ως ένας ραβδόμορφος μαγνήτης, ένα μαγνητικό δίπολο, έχοντας μαγνητικούς πόλους, συνεπώς μπορεί να έλκει (ή και να απωθεί...) έναν άλλο ραβδόμορφο μαγνήτη. Ο ευθύγραμμος αγωγός, δεν είναι μαγνητικό δίπολο και δεν έλκει (ούτε απωθεί) ένα μαγνήτη...

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