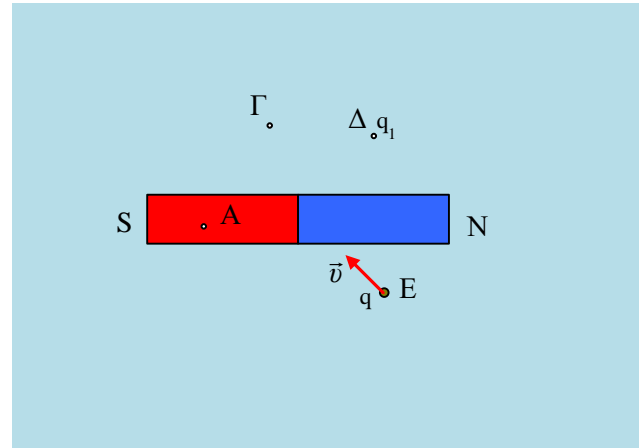


1) Στο σχήμα βλέπετε ένα ραβδόμορφο μαγνήτη, σε οριζόντιο επίπεδο που ταυτίζεται με το επίπεδο της σελίδας (κάτοψη).



i) Να σχεδιάσετε τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, στο επίπεδο της σελίδας, καθώς και την ένταση του πεδίου στα σημεία A και Γ.

ii) Να χαρακτηρίσετε ως σωστές ή λανθασμένες τις προτάσεις:

α) Το μαγνητικό πεδίο στο σημείο A, είναι ισχυρότερο από το σημείο Γ.

β) Στο εσωτερικό του μαγνήτη το πεδίο είναι ομογενές.

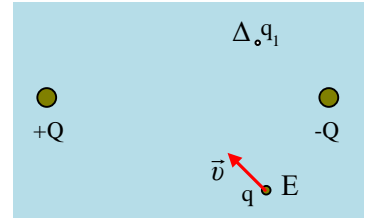
γ) Οι δυναμικές γραμμές πηγαίνουν από το Βόρειο μαγνητικό πόλο, στο Νότιο πόλο.

δ) Αν εκτοξεύσουμε ένα σημειακό φορτίο q με ταχύτητα v στο σημείο E θα κινηθεί ευθύγραμμα και ομαλά.

ε) Αν αφήσουμε ένα δεύτερο σημειακό φορτίο q₁ στο σημείο Δ, θα δεχτεί δύναμη από το μαγνητικό πεδίο.

στ) Αν κόψουμε το μαγνήτη στο μέσον του θα πάρουμε δύο νέους μαγνήτες.

iii) Στο διπλανό σχήμα δίνονται δύο ακλόνητα σημειακά αντίθετα φορτία, σε οριζόντιο επίπεδο (ξανά το επίπεδο της σελίδας).

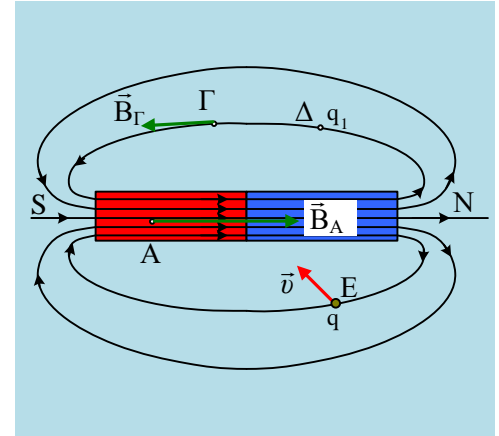


α) Να σχεδιάσετε τώρα τις ηλεκτρικές δυναμικές του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται.

β) Να σχεδιάσετε και τις δυνάμεις που δέχονται τα θετικά σημειακά φορτία q και q₁ στα σημεία Δ και E.

Απάντηση:

i) Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί το σύνολο των δυναμικών γραμμών στο επίπεδο της σελίδας (το μαγνητικό φάσμα), του μαγνήτη.



ii) Οι απαντήσεις στα ερωτήματα:

α) (Σ), στο A έχουμε μεγαλύτερη πυκνότητα δυναμικών γραμμών και πιο ισχυρό πεδίο (στο σχήμα έχουμε σχεδιάσει το διάνυσμα \vec{B}_A με μεγαλύτερο μήκος)

β) (Σ). Οι δυναμικές γραμμές είναι (σχεδόν) παράλληλες.

γ) (Λ). Οι δυναμικές γραμμές είναι κλειστές, δεν έχουν αρχή και τέλος. Στο εξωτερικό του μαγνήτη πράγματι σχεδιάζονται με φορά από το Βόρειο προς το Νότιο πόλο, όμως στο εσωτερικό του μαγνήτη σχεδιάζονται με φορά από το Νότιο στο Βόρειο.

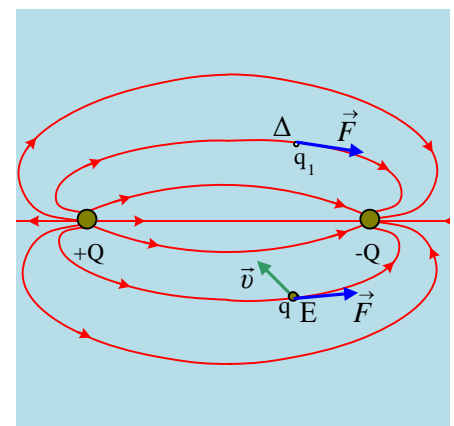
δ) (Λ). Το κινούμενο φορτίο δέχεται δύναμη από το μαγνητικό πεδίο, οπότε θα επιταχυνθεί, αλλάζοντας διεύθυνση ταχύτητας.

ε) (Λ). Το μαγνητικό πεδίο δεν ασκεί δύναμη σε ακίνητο φορτίο.

στ) (Σ).

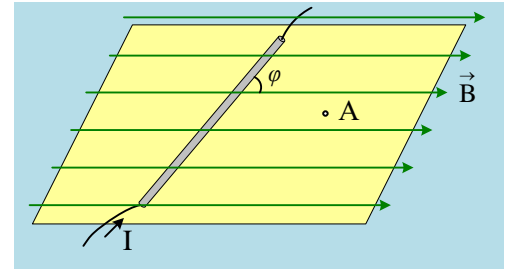
iii) Ερχόμαστε τώρα στο ηλεκτρικό πεδίο (για να δούμε και τις διαφορές...)

α) Στο σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυναμικές γραμμές του ηλεκτροστατικού πεδίου. Δυναμικές γραμμές ανοικτές, με αρχή το θετικό φορτίο και τέλος το αρνητικό σημειακό φορτίο, σε αντίθεση με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, οι οποίες είναι κλειστές, χωρίς αρχή και τέλος.



β) Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία Δ και Ε είναι εφαπτόμενη στις αντίστοιχες δυναμικές γραμμές. Αλλά και οι ασκούμενες δυνάμεις, άσχετα αν το κάθε φορτίο έχει ή όχι ταχύτητα, θα είναι επίσης εφαπτόμενες στις δυναμικές γραμμές, με την ίδια κατεύθυνση, όπως στο διπλανό σχήμα.

2) Ένας ευθύγραμμος οριζόντιος αγωγός, ηρεμεί σε λείο οριζόντιο επίπεδο σχηματίζοντας γωνία φ με τις δυναμικές γραμμές ενός οριζόντιου ομογενούς πεδίου έντασης B . Σε μια στιγμή διοχετεύουμε ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I στον αγωγό, με φορά όπως στο σχήμα.



i) Από ποια εξίσωση υπολογίζεται το μέτρο της δύναμης που δέχεται ο αγωγός από το πεδίο;

ii) Ποια πρόταση είναι σωστή για την δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό:

- Έχει διεύθυνση οριζόντια.
- Έχει διεύθυνση κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω.
- Έχει διεύθυνση που σχηματίζει γωνία φ με το οριζόντιο επίπεδο.
- Έχει διεύθυνση κάθετη στον αγωγό και στην ένταση B του πεδίου.

iii) Από ποια εξίσωση δίνεται η ένταση B_1 του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός στο σημείο Α του οριζοντίου επιπέδου;

iv) Η ένταση B_1 του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός στο σημείο Α έχει διεύθυνση:

- Οριζόντια, προς τα δεξιά.
- Οριζόντια προς το πίσω μέρος του επιπέδου.
- Κατακόρυφη προς τα πάνω.
- Κατακόρυφη προς τα κάτω.

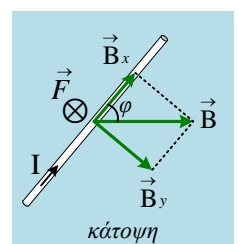
v) Η ολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Α είναι:

- Ίση με B .
- Μεγαλύτερη από B .
- Μικρότερη από B .
- Ίση με την διαφορά $B-B_1$.
- Ίση με το άθροισμα $B+B_1$.

Απάντηση:

i) Στο διπλανό σχήμα βλέπουμε σε κάτοψη (από πάνω) τον αγωγό και την ένταση του μαγνητικού πεδίου, την οποία έχουμε αναλύσει σε δύο συνιστώσες. Δύναμη Laplace ασκείται στον αγωγό, εξαιτίας της συνιστώσας B_y , με μέτρο:

$$F_L = B_y \cdot I \cdot \ell = B \cdot I \cdot \ell \cdot \eta \mu \varphi$$



ii) Με βάση τον κανόνα των τριών δακτύλων η ασκούμενη δύναμη είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζουν

ο αγωγός και οι δυναμικές γραμμές και φορά προς τα κάτω. Στο παραπάνω σχήμα είναι κάθετη στο επίπεδο της σελίδας, με φορά προς τα μέσα. Έτσι σωστή απάντηση είναι η:

- Έχει διεύθυνση κάθετη στον αγωγό και στην ένταση B του πεδίου.

iii) Θεωρώντας τον αγωγό «απείρου μήκους», τότε στο σημείο A το οποίο απέχει κατά r από τον αγωγό, δημιουργείται μαγνητικό πεδίο με ένταση μέτρου B , όπου:

$$B_1 = K_\mu \frac{2I}{r}$$

iv) Εξάλλου με βάση τον κανόνα του δεξιού χεριού, βρίσκουμε ότι το διάνυσμα της έντασης B_1 , είναι κάθετο στο οριζόντιο επίπεδο (άρα κατακόρυφο), με φορά προς τα κάτω, όπως στο σχήμα. Άρα σωστή η πρόταση:

- Κατακόρυφη προς τα κάτω.

v) Η ολική ένταση προκύπτει με βάση τον κανόνα του παραλληλογράμμου και παριστάνεται από τη διαγώνιο στο ορθογώνιο παραλληλόγραμμο του παραπάνω σχήματος. Προφανώς η υποτείνουσα του ορθογωνίου τριγώνου είναι μεγαλύτερη από τις κάθετες πλευρές αλλά μικρότερη από το άθροισμά τους! Έτσι σωστή απάντηση είναι:

- Μεγαλύτερη από B .

