

# ΨΣ003 – Φυσική

## Μαγνητικό πεδίο – Μαγνητικές δυνάμεις

Γιάννης Λιαπέρδος

Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου  
Σχολή Οικονομίας και Τεχνολογίας  
Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

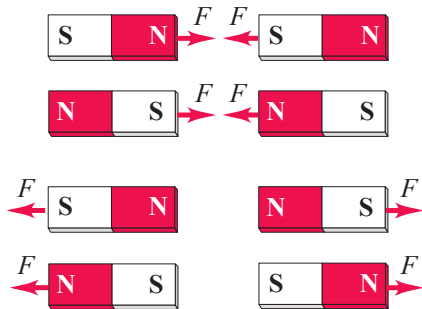


# Περιεχόμενα

- 1 Μαγνητισμός
- 2 Μαγνητικές δυνάμεις σε κινούμενα φορτία
- 3 Δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου – Μαγνητική ροή
- 4 Μαγνητικές δυνάμεις σε ρευματοφόρους αγωγούς
- 5 Ασκήσεις



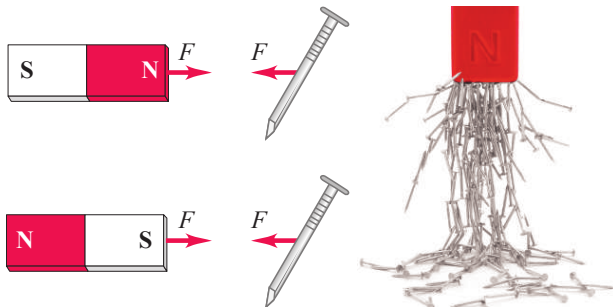
# Δυνάμεις μεταξύ μαγνητών



- **Ομώνυμοι πόλοι απωθούνται**
- **Ετερόνυμοι πόλοι έλκονται**



# Δυνάμεις μεταξύ μαγνητών και σιδηρομαγνητικών υλικών

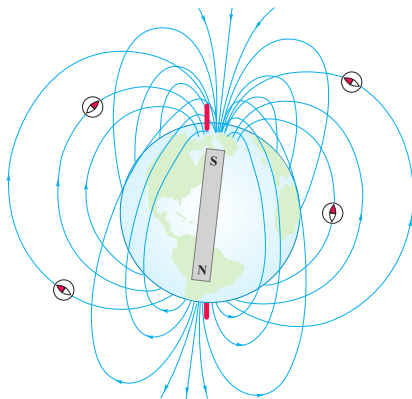


## Ερώτηση 6.1

Γιατί ένας μαγνήτης έλκει ένα σιδηρομαγνητικό υλικό;



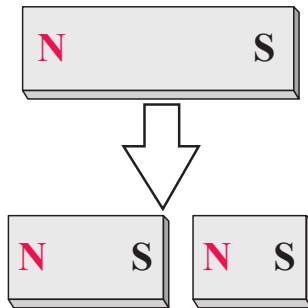
# Μαγνητικό πεδίο της Γης



## Ερώτηση 6.2

Ποια σχέση έχουν οι **γεωγραφικοί** με τους **μαγνητικούς** πόλους της Γης;

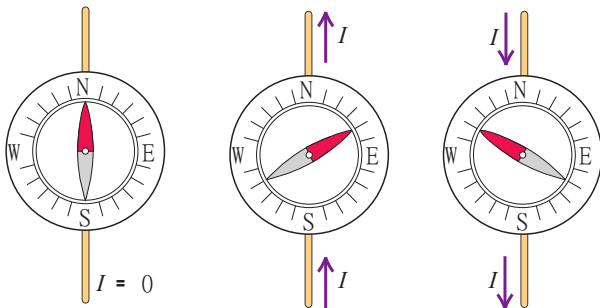
# “Διαίρεση” μαγνήτη



- Δεν υπάρχει **μαγνητικό μονόπολο**



# Το πείραμα του Ørsted (Oersted)



## Ερώτηση 6.3

Σε ποιο συμπέρασμα μπορούμε να καταλήξουμε με βάση τα αποτελέσματα του **πειράματος του Oersted**;



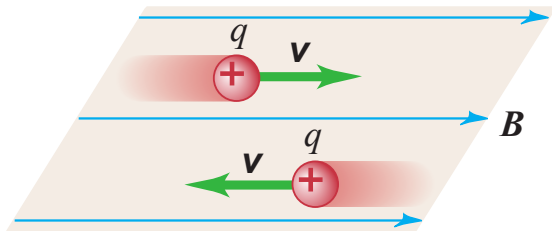
# Περιεχόμενα

- 1 Μαγνητισμός
- 2 Μαγνητικές δυνάμεις σε κινούμενα φορτία
- 3 Δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου – Μαγνητική ροή
- 4 Μαγνητικές δυνάμεις σε ρευματοφόρους αγωγούς
- 5 Ασκήσεις





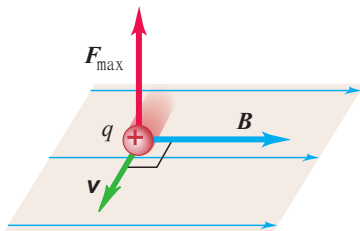
# Φορτίο κινούμενο παράλληλα προς την ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου



- Σε φορτίο που κινείται **παράλληλα** προς την ένταση  $\vec{B}$  του μαγνητικού πεδίου **δεν ασκείται δύναμη**



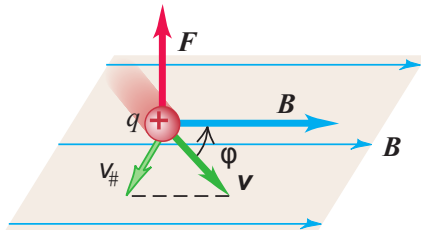
# Φορτίο κινούμενο κάθετα προς την ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου



- Σε φορτίο που κινείται **κάθετα** προς την ένταση  $\vec{B}$  του μαγνητικού πεδίου **ασκείται η μέγιστη δυνατή δύναμη**, το μέτρο της οποίας δίνεται από την έκφραση:

$$F_{\max} = qvB$$

# Φορτίο κινούμενο υπό γωνία $\phi$ ως προς την ένταση $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου



- Σε φορτίο που κινείται **υπό γωνία  $\phi$**  ως προς την ένταση  $\vec{B}$  του μαγνητικού πεδίου **ασκείται δύναμη**, το μέτρο της οποίας δίνεται από την έκφραση:

$$F = qvB \cdot \sin\phi$$

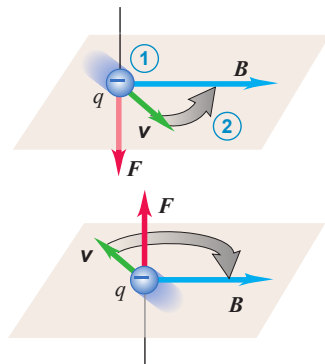
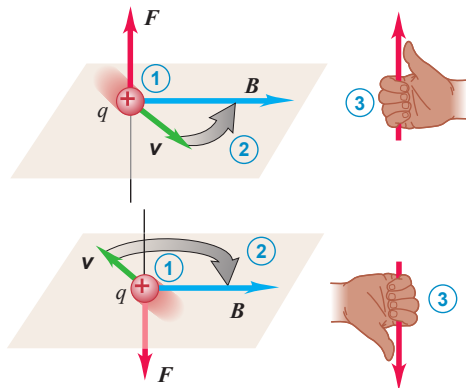
# Γενική έκφραση μαγνητικής δύναμης που ασκείται σε κινούμενο φορτίο

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

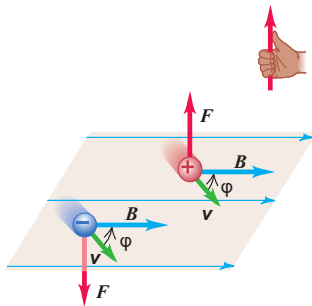


- Η **φορά** της μαγνητικής δύναμης προσδιορίζεται με βάση τον **κανόνα του δεξιού χεριού**

# Κανόνας του δεξιού χεριού (1/2)



## Κανόνας του δεξιού χεριού (2/2)

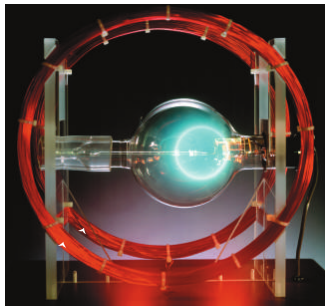
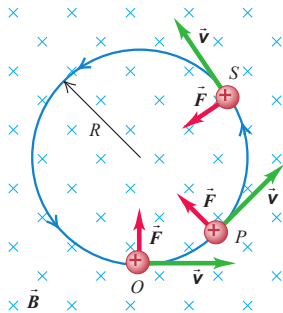


- **Ετερόνυμα** φορτία που κινούνται μέσα στο ίδιο μαγνητικό πεδίο δέχονται **αντίρροπες** μαγνητικές δυνάμεις

# Ασκήσεις

## Άσκηση 6.1

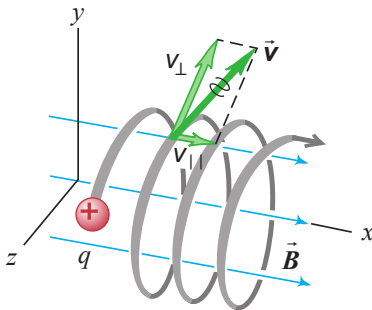
Ηλεκτρόνιο βάλλεται σε χώρο που καταλαμβάνεται από μαγνητικό πεδίο έντασης  $B$ , κάθετα προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Να αποδείξετε ότι το ηλεκτρόνιο θα εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση, της οποίας να υπολογίσετε την ακτίνα και την περίοδο.



# Ασκήσεις

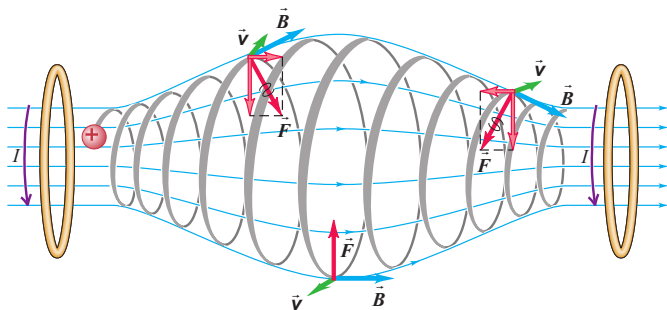
## Άσκηση 6.2

Ηλεκτρόνιο βάλλεται σε χώρο που καταλαμβάνεται από μαγνητικό πεδίο έντασης  $B$ , υπό γωνία  $\phi$  προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Να αποδείξετε ότι η τροχιά του ηλεκτρονίου θα είναι ελικοειδής, της οποίας να υπολογίσετε την ακτίνα και το βήμα.

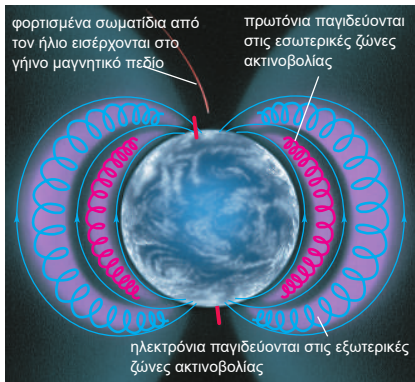




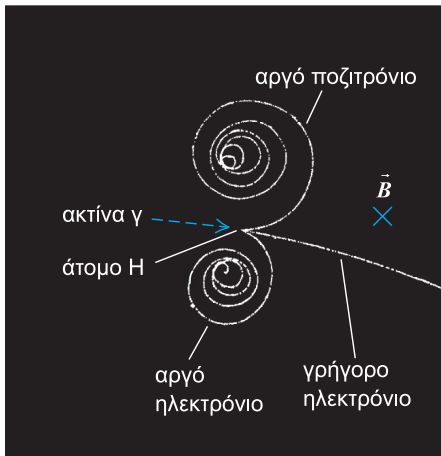
# Μαγνητικοί φακοί



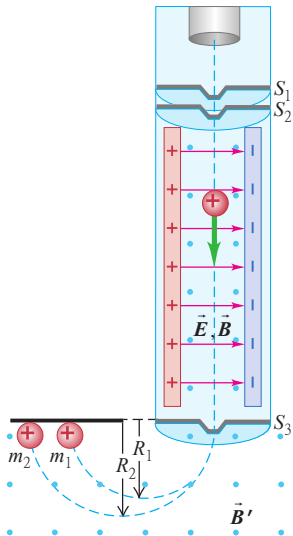
# Βόρειο σέλας



# Θάλαμος φυσαλίδων



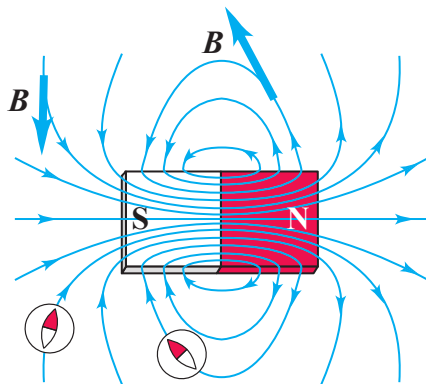
## Φασματογράφος μάζας



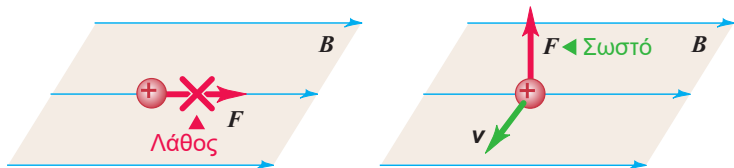
# Περιεχόμενα

- 1 Μαγνητισμός
- 2 Μαγνητικές δυνάμεις σε κινούμενα φορτία
- 3 Δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου – Μαγνητική ροή**
- 4 Μαγνητικές δυνάμεις σε ρευματοφόρους αγωγούς
- 5 Ασκήσεις

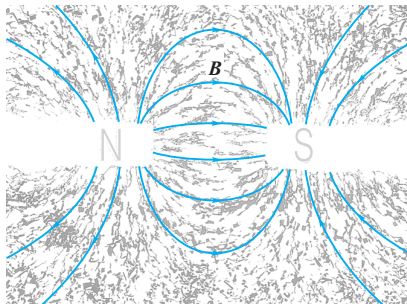
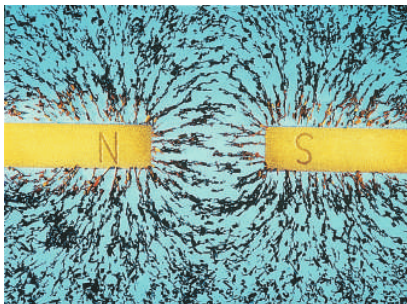
# Δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου (1/3)



## Δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου (2/3)

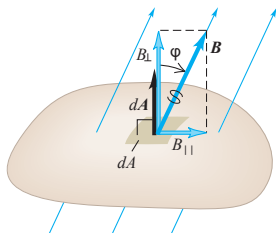


## Δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου (3/3)





## Μαγνητική ροή (1/2)



Στοιχειώδης μαγνητική ροή

$$d\Phi_B = \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

Συνολική μαγνητική ροή μέσω επιφάνειας

$$\Phi_B = \int d\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

## Μαγνητική ροή (2/2)

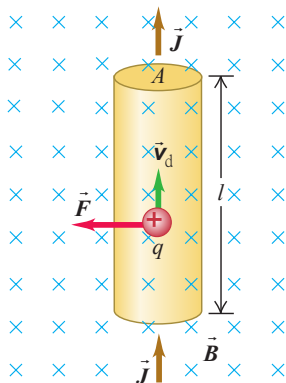
### Μονάδα μέτρησης μαγνητικής ροής

- Wb (Weber)
- $1\text{Wb} = 1\text{T}\cdot\text{m}^2$

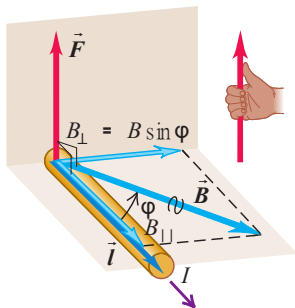
# Περιεχόμενα

- 1 Μαγνητισμός
- 2 Μαγνητικές δυνάμεις σε κινούμενα φορτία
- 3 Δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου – Μαγνητική ροή
- 4 Μαγνητικές δυνάμεις σε ρευματοφόρους αγωγούς**
- 5 Ασκήσεις

# Δύναμη σε φορτίο κινούμενο εντός ρευματοφόρου αγωγού



# Δύναμη σε τμήμα ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού (1/4)

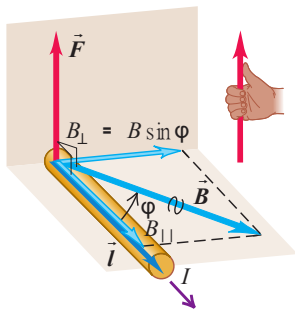


- Μέτρο μαγνητικής δύναμης:

$$F = B_{\perp} \cdot I \cdot \ell = B \cdot I \cdot \ell \cdot \sin\phi$$

- Η φορά της δύναμης προσδιορίζεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού

# Δύναμη σε τμήμα ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού (2/4)

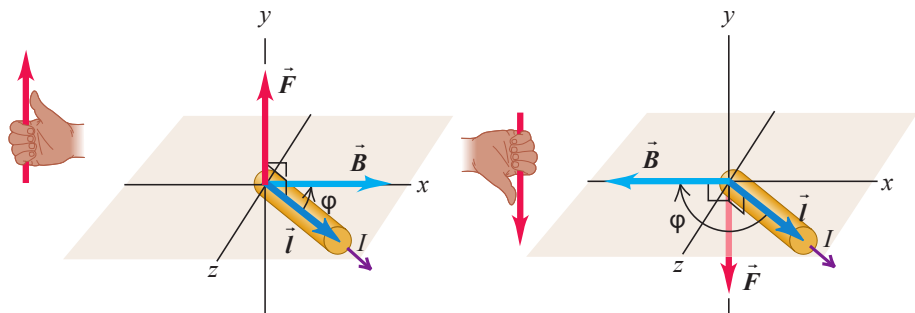


- Γενικά:

$$\vec{F} = I \cdot \vec{\ell} \times \vec{B}$$

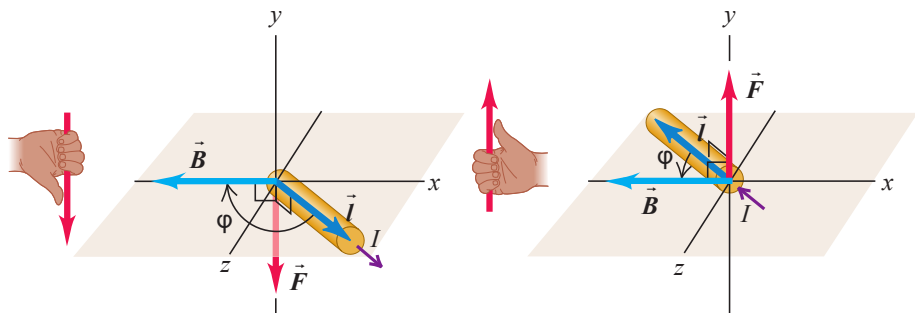


# Δύναμη σε τμήμα ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού (3/4)



- **Αντιστροφή** της φοράς του πεδίου προκαλεί **αντιστροφή** της φοράς της **δύναμης**

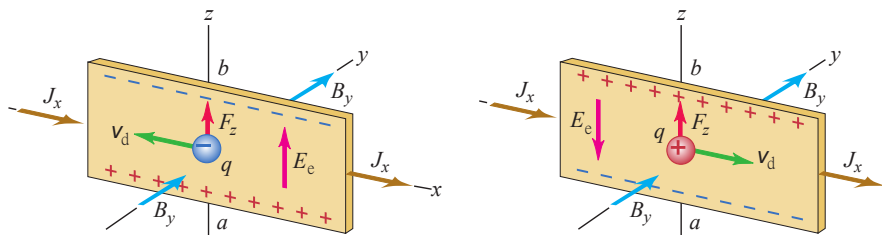
# Δύναμη σε τμήμα ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού (4/4)



- **Αντιστροφή** της φοράς του **ρεύματος** προκαλεί **αντιστροφή** της φοράς της **δύναμης**



# Φαινόμενο Hall



- Σε ρευματοφόρο αγωγό εμφανίζεται **διαφορά δυναμικού** εγκάρσια προς τη διεύθυνση του ρεύματος όταν στον αγωγό εφαρμόζεται **μαγνητικό πεδίο** κάθετο προς την κατεύθυνση του ρεύματος.

# Περιεχόμενα

- 1 Μαγνητισμός
- 2 Μαγνητικές δυνάμεις σε κινούμενα φορτία
- 3 Δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου – Μαγνητική ροή
- 4 Μαγνητικές δυνάμεις σε ρευματοφόρους αγωγούς
- 5 Ασκήσεις

# Ασκήσεις

## Άσκηση 6.3

Ποια τιμή πρέπει να έχει ένα μαγνητικό πεδίο στο διάστημα προκειμένου να αναγκάσει ένα ηλεκτρόνιο που κινείται με ταχύτητα  $10^7 \text{ m/s}$ , κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, να διαγράψει κυκλική τροχιά ακτίνας ίσης με την ακτίνα της Γης;

## Άσκηση 6.4

Ένα πρωτόνιο και ένα σωματίδιο  $\alpha$  (=πυρήνας  ${}^4_2\text{He}$ ) έχουν ίσες κινητικές ενέργειες και εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα προς τις δυναμικές γραμμές. Αν η ακτίνα περιστροφής του πρωτονίου είναι  $R_p$ , να βρεθεί η ακτίνα περιστροφής του σωματιδίου  $\alpha$ .



# Ασκήσεις

## Άσκηση 6.5

Δέσμη ηλεκτρονίων κινητικής ενέργειας  $K$  κατευθύνεται προς επίπεδη μεταλλική πλάκα τοποθετημένη κάθετα προς τη δέσμη. Μπροστά από την πλάκα υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο, εύρους  $D$ , με τις δυναμικές του γραμμές παράλληλες στην πλάκα. Να βρεθεί η ελάχιστη τιμή  $B_{min}$  της έντασης του μαγνητικού πεδίου προκειμένου τα ηλεκτρόνια να μην συγκρούονται με την πλάκα.

