



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών

---

## ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ

Ενότητα: Μαγνητοστατική

ΜΑΪΝΤΑΣ ΞΑΝΘΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

---



ΑΣΚΗΣΕΙΣ ..... 4

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

### Μαγνητοστατική

1. Σωματίδιο μάζας  $m$  φορτίου  $Q$  βρίσκεται αρχικά ακίνητο μέσα σε ομογενές μαγνητικό και ηλεκτρικό πεδίο ( $\vec{B} \parallel Oz$ ,  $\vec{E} \parallel Oz$ ). Να μελετηθεί η κίνησή του. ( $y(t) = R(\omega t - \sin\omega t)$ ,  $z(t) = R(\omega t - \cos\omega t)$  όπου  $\omega = \frac{Q}{m}B$ ,  $R = \frac{E}{\omega B}$ )
2. Δίσκος φωνογράφου ακτίνας  $R$  φέρει ομοιόμορφη πυκνότητα φορτίου  $\sigma$ . Αν περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\omega$ . **α)** Πόση είναι η επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος  $\kappa$  σε απόσταση  $r$  από το κέντρο; **β)** Να υπολογισθεί το μαγνητικό πεδίο σε απόσταση  $z$  πάνω στον άξονα περιστροφής. (α.  $\kappa = \sigma\omega r$ , β.  $\vec{B} = \frac{\sigma\omega\mu_0}{2}(-2z + \frac{R^2+2z^2}{(R^2+z^2)^{1/2}})\hat{z}$ )
3. Να υπολογισθεί το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο κανονικού πολυγώνου ( $n$  - πλευρο) που διαρρέεται από σταθερό ρεύμα  $I$ . Η απόσταση του κέντρου από τις πλευρές είναι  $R$ . Να σχολιάσετε το αποτέλεσμα σας όταν  $n \rightarrow \infty$ . ( $B = \frac{n\mu_0 I}{4\pi R} 2\sin(\frac{\pi}{n})$ )
4. Κοίλος κύλινδρος με ακτίνες  $R_1, R_2$  ( $R_1 < R_2$ ) διαρρέεται από ρεύμα  $I$  στην διεύθυνση του άξονα του, ομοιόμορφα κατανεμημένου στην εγκάρσια διατομή του. Να υπολογίσετε το μαγνητικό πεδίο σε ολόκληρο τον χώρο. (i.  $r < R_1, \vec{B} = 0$ , ii.  $R_1 < r < R_2, \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cdot \frac{r^2 - R_1^2}{R_2^2 - R_1^2} \hat{e}_\theta$ , iii.  $r > R_2, \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \hat{e}_\theta$ )
5. **α)** Να βρεθεί το μαγνητικό πεδίο πηνίου απείρου μήκους ακτίνας  $R$ . Το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα  $I$  και φέρει  $n$  σπείρες ανά μονάδα μήκους. **β)** Αν το ηλεκτρικό ρεύμα εξαρτάται από το χρόνο π.χ.  $I(t) = I_0 \cos\omega t$ , να υπολογίσετε το επαγόμενο ηλεκτρικό πεδίο. (α.  $\vec{B}(\rho) = \mu_0 n I(t) \hat{z}$  εντός και  $\vec{B} = 0$  εκτός του πηνίου. β.  $\vec{E} = \frac{1}{2} \mu_0 I_0 n \omega r \sin\omega t \hat{e}_\theta$  εντός και  $\vec{E} = \frac{1}{2} \cdot \mu_0 I_0 n \omega \cdot \frac{R^2}{r} \sin\omega t \hat{e}_\theta$  εκτός πηνίου.)
6. Συρμάτινος αγωγός απείρου μήκους διαρρέεται από ρεύμα  $I(t) = I_0 \cos\omega t$ . Το ρεύμα επιστρέφει, ομοιόμορφα κατανεμημένο, από την επιφάνεια κυλίνδρου απείρου μήκους ακτίνας  $R$ , του οποίου ο άξονας ταυτίζεται με το σύρμα. Να υπολογίσετε **α)** το μαγνητικό πεδίο **β)** το εξ επαγωγής ηλεκτρικό πεδίο. (α.  $\vec{B} = \frac{\mu_0 I(t)}{2\pi r} \hat{e}_\theta$  για  $r < R$  και  $\vec{B} = 0$  για  $r > R$ , β.  $\vec{E} = \frac{\mu_0 I_0 \omega}{2\pi} \sin\omega t \ln \frac{R}{r} \hat{z}$  για  $r < R$  και  $\vec{E} = 0$  για  $r > R$ )

7. Δίνεται ευθύγραμμος συρμάτινος αγωγός απείρου μήκους που διαρρέεται από ρεύμα  $\vec{I}(t) = \hat{z} I_o \sin\omega t$  και κυλινδρική επιφάνεια ακτίνας  $2R$  απείρου μήκους της οποίας ο άξονας είναι ο συρμάτινος αγωγός. Η κυλινδρική επιφάνεια διαρρέεται από ομοιόμορφα καταναμημένο ρεύμα επιφανειακής πυκνότητα  $\vec{K}(t) = \hat{z} K_o \sin\omega t$ .
- α)** Να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο. **β)** Ποια σχέση πρέπει να ικανοποιούν οι σταθερές  $I_o, K_o, R$  ώστε το μαγνητικό πεδίο να μηδενίζεται εκτός της κυλινδρικής επιφάνειας; **γ)** Αγώγιμο τετράγωνο πλαίσιο πλευράς  $2R$  και αντίστασης  $r_o$  τοποθετείται ώστε ο συρμάτινος αγωγός να ανήκει στο επίπεδο του πλαισίου και να είναι παράλληλος στις δύο πλευρές του. Η πλησιέστερη πλευρά του απέχει από τον συρμάτινο αγωγό απόσταση  $R$ . Να υπολογισθεί το εξ επαγωγής ρεύμα που διαρρέει το πλαίσιο. (  $\alpha. \vec{B} = \frac{\mu_o I(t)}{2\pi r} \hat{e}_\theta$  για  $r < 2R$  και  $\vec{B} = \frac{\mu_o(I(t)+4\pi RK(t))}{2\pi r} \hat{e}_\theta$  για  $r > 2R$   $\beta. I_o + 4\pi RK_o = 0$   $\gamma. \iota_{\epsilon\pi}(t) = -\frac{1}{r_o} \cdot \frac{d\Phi}{dt}$  όπου  $\Phi(t) = \frac{\mu_o R}{\pi} \sin\omega t \cdot \left[ I_o \ln 2 + (I_o + 4\pi K_o R) \ln \frac{3}{2} \right]$  )
8. Κυλινδρική περιοχή απείρου μήκους, με ακτίνες  $R_1$  και  $R_2$  ( $R_1 < R_2$ ) περιέχει φορτία πυκνότητας  $\rho$ . Αν περιστραφεί με σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\omega$  **α)** να ευρεθεί το μαγνητικό πεδίο. **β)** Αν η πυκνότητα  $\rho$  μεταβάλλεται με το χρόνο,  $\rho = \rho(t)$ , να ευρεθεί το εξ επαγωγής ηλεκτρικό πεδίο. ( $\alpha. \vec{B} = 0$  για  $r > R_2$ ,  $\vec{B} = \frac{1}{2} \mu_o \rho \omega (R_2^2 - r^2) \hat{z}$  για  $R_1 < r < R_2$ ,  $\vec{B} = \frac{1}{2} \mu_o \rho \omega (R_2^2 - R_1^2) \hat{z}$  για  $r < R_1$   $\beta. \vec{E}(r, t) = -\frac{1}{2\pi r} \cdot \frac{d\Phi(t)}{dt}$ ,  $\Phi = B(R_1, t) \pi R_1^2 + \int_{R_1}^{R_2} B(r, t) 2\pi r dr$  για  $r > R_2$ ,  $\Phi = B(R_1, t) \pi R_1^2 + \int_{R_1}^r B(r', t) 2\pi r' dr'$  για  $R_1 < r < R_2$  και  $\Phi = B(R_1, t) \pi r^2$  για  $r < R_1$ )
9. **α)** Αγώγιμο επίπεδο ( $z = 0$ ) διαρρέεται από ομογενές επιφανειακό ρεύμα πυκνότητας  $\vec{K}(t) = K_o e^{-at} \hat{i}$ . Να υπολογίσετε το μαγνητικό πεδίο. **β)** Κάθετα στο αγώγιμο επίπεδο τοποθετείται τετράγωνο αγώγιμο πλαίσιο πλευρά  $L$ , με τις δύο πλευρές του παράλληλες στην διεύθυνση  $\hat{i}$ . Στο επίπεδο του πλαισίου τοποθετείται άπειρος ευθύγραμμος αγωγός που διαρρέεται από ρεύμα  $I = I_o e^{-at}$ . Να υπολογισθεί η ροή που διαπερνά το πλαίσιο. ( $\alpha. \vec{B} = \frac{\mu_o K(t)}{2} \hat{j}$ ,  $\beta. \Phi = \frac{1}{2} \mu_o K(t) L^2 + \frac{\mu_o I(t)}{2\pi} L \ln 2$ )

# Σημειώματα

## Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.00.

## Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Μαιντάς Ξάνθος, 2015. «Φυσική ΙΙΙ. Μαγνητοστατική». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:.

<http://opencourses.uoa.gr/courses/PHYS14/>

## Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

## Διατήρηση Σημειωμάτων

- Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:
- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

## Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

