

ΦΥΣ 112 - ΓΕΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΙΙ

Φροντιστήριο 7

Διδάσκων: Καθηγητής Φώτιος Πτωχός

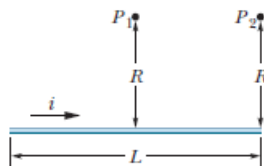
Βοηθοί Διδασκαλίας: Ευτύχιος Καϊμακκάμης - Γιάννος Χαρίτου

Νοέμβριος 2, 2022



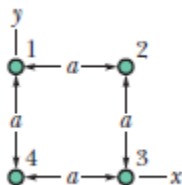
Τμήμα Φυσικής
Πανεπιστήμιο Κύπρου
2022

29.13) Στο ακόλουθο σχήμα, το σημείο P_1 βρίσκεται σε απόσταση $R = 13.1\text{ cm}$ στην κάθετη διάμεσο ενός ευθύους αγωγού με μήκος $L = 18.0\text{ cm}$ που φέρει ρεύμα $I = 58.2\text{ mA}$. Ποιο είναι το μέγεθος του μαγνητικού πεδίου στο P_1 λόγω του I ;

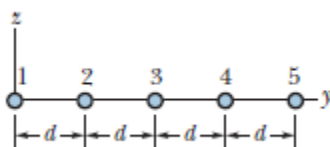


29.17) Στο πιο πάνω σχήμα, το σημείο P_2 βρίσκεται σε απόσταση $R = 25.1\text{ cm}$ από την μια άκρη αγωγού με μήκος $L = 13.6\text{ cm}$ που φέρει ρεύμα $I = 0.693\text{ A}$. Ποιο είναι το μέγεθος του μαγνητικού πεδίου στο P_2 ;

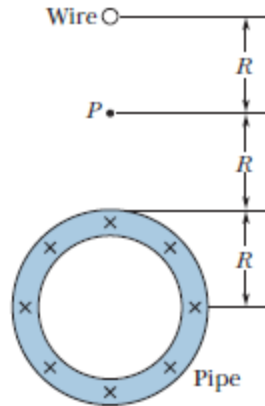
29.29) Στο παρακάτω σχήμα τέσσερις μακριοί ευθείς αγωγοί είναι κάθετοι στην επιφάνεια της σελίδας και οι διατομές τους σχηματίζουν τετράγωνο πλευράς $a = 20\text{ cm}$. Τα ρεύματα στους αγωγούς 1 και 4 έχουν κατεύθυνση προς τα έξω, ενώ στους 2 και 3 προς τα μέσα, και το μέτρο όλων είναι $I = 20\text{ A}$. Σε διανυσματική μορφή, ποιο είναι το συνολικό μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του τετραγώνου;



29.39) Στο κάτωθι σχήμα πέντε μακριοί παράλληλοι αγωγοί σε ένα επίπεδο xy διαχωρίζονται από απόσταση $d = 50.0\text{ cm}$. Τα ρεύματα με κατεύθυνση εντός της σελίδας είναι $I_1 = 2.00\text{ A}$, $I_3 = 0.250\text{ A}$, $I_4 = 4.00\text{ A}$ και $I_5 = 2.00\text{ A}$, ενώ εκτός της σελίδας είναι $I_2 = 4.00\text{ A}$. Ποιο είναι το μέτρο της συνολικής δύναμης ανά μονάδα μήκος που επιδρά στον αγωγό 3 λόγω των ρευμάτων στους υπόλοιπους;



29.48) Στο σχήμα που ακολουθεί ένας μακρύς κυκλικός σωλήνας με εξωτερική ακτίνα $R = 2.6\text{ cm}$ φέρει ομοιόμορφα κατανεμημένο ρεύμα $I = 8.00\text{ mA}$ με κατεύθυνση εντός της σελίδας. Ένα σύρμα βρίσκεται παράλληλα στον σωλήνα σε απόσταση $3.00R$ από το κέντρο του ενός έως το κέντρο του άλλου. Βρείτε (a) το μέγεθος και (b) την κατεύθυνση (εντός ή εκτός της σελίδας) του ρεύματος στο σύρμα τέτοιο ώστε το συνολικό μαγνητικό πεδίο στο P να έχει το ίδιο μέτρο με την τιμή του στο κέντρο του σωλήνα, αλλά με αντίθετο πρόσημο.



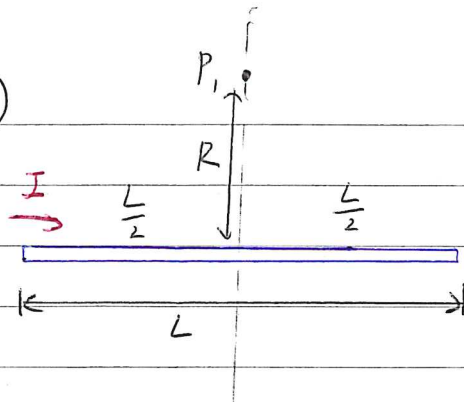
29.54) Ένα ηλεκτρόνιο αποστέλλεται εντός της μιας άκρης ενός σωληνοειδούς. Καθώς εισέρχεται του ομοιογενούς μαγνητικού πεδίου εντός του σωληνοειδούς, η ταχύτητά του είναι 800 m/s και η κατεύθυνση κίνησής του σχηματίζει γωνία 30 μοιρών με τον κεντρικό άξονα του σωληνοειδούς. Το σωληνοειδές φέρει ρεύμα 4.0 A και έχει 8000 σπείρες κατά μήκος του. Πόσες περιστροφές εκτελεί το ηλεκτρόνιο κατά την ελικοειδή του κίνηση εντός του σωληνοειδούς μέχρι να φτάσει στο άλλο του άκρο; (Προσοχή: σε πραγματικό σωληνοειδές όπου το μαγνητικό πεδίο εντός δεν είναι ακριβώς ομοιογενές στα άκρα, ο αριθμός των περιστροφών θα ήταν ελαφρώς μικρότερος από την απάντηση σε αυτό το ερώτημα)

(1)

Ευρίσκω και παρουσιάζω

Problem

29.13)



$$R = 13,1 \text{ cm}$$

$$L = 18,0 \text{ cm}$$

$$I = 58,2 \text{ mA}$$

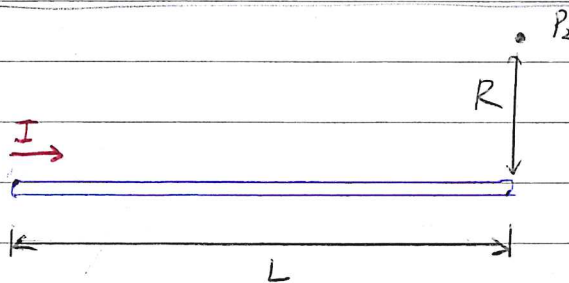
$$\text{Biot-Savart: } dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\sin\theta}{r^2} dx$$

$$\Rightarrow B = \int dB = \frac{\mu_0 I R}{4\pi} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{dx}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \quad \left\{ r^2 = R^2 + x^2, \sin\theta = \frac{R}{r} \right.$$

$$= \frac{\mu_0 I R}{4\pi R^2} \frac{x}{(x^2 + R^2)^{1/2}} \Big|_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} = \boxed{\frac{\mu_0 I}{2\pi R} \frac{L}{(L^2 + 4R^2)^{1/2}} = 5,03 \cdot 10^{-8} \text{ T}}$$

Problem

29.17)



$$R = 25,1 \text{ cm}$$

$$L = 13,6 \text{ cm}$$

$$I = 0,693 \text{ A}$$

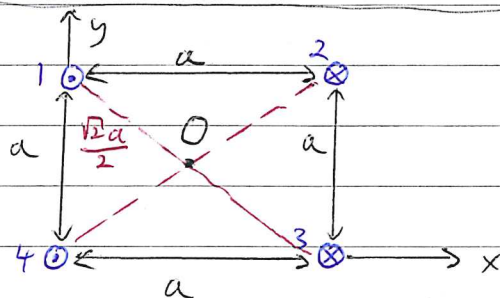
$$\text{Biot-Savart: } dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{\sin\theta}{r^2} dx$$

$$\Rightarrow B = \int dB = \frac{\mu_0 I R}{4\pi} \int_{-L}^0 \frac{dx}{(x^2 + R^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0 I R}{4\pi R^2} \frac{x}{(x^2 + R^2)^{1/2}} \Big|_{-L}^0$$

$$= \boxed{\frac{\mu_0 I}{4\pi R} \frac{L}{(L^2 + R^2)^{1/2}} = 1,32 \cdot 10^{-7} \text{ T}}$$

Problem

29.29)



$$a = 20 \text{ cm}$$

$$I = 20 \text{ A}$$

$$|\vec{B}_1| = |\vec{B}_2| = |\vec{B}_3| = |\vec{B}_4|$$

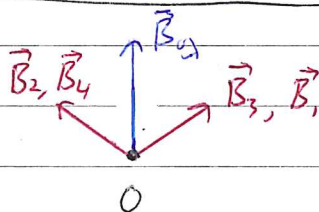
(συμμετρικά)

$$\Rightarrow |\vec{B}| = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (\text{"άδερφοι" αγωγοί})$$

$$r = \frac{\sqrt{2}a}{2}$$

$$\Rightarrow |\vec{B}| = \frac{\mu_0 I}{\sqrt{2} \pi a}$$

Καθώς σε όλους χροιά :



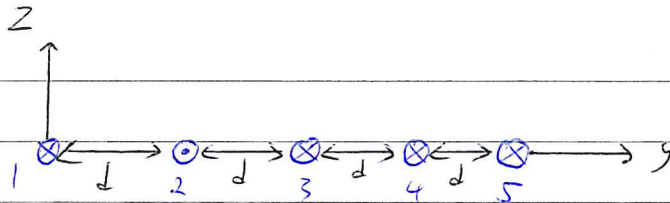
$$\Rightarrow \vec{B}_0 = (4|\vec{B}| \cdot \cos 45^\circ) \hat{j} = \left(\frac{2\mu_0 I}{\pi a} \right) \hat{j}$$

$$= (8,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}) \hat{j}$$

(2)

Problem

29.39)



$$d = 50,0 \text{ cm}$$

$$I_1 = 2,00 \text{ A}$$

$$I_2 = 4,00 \text{ A}$$

$$I_3 = 0,250 \text{ A}$$

$$I_4 = 4,00 \text{ A}$$

$$I_5 = 2,00 \text{ A}$$

$$|\vec{F}_3| = I_3 \ell_3 |\vec{B}_3| \sin \theta$$

$$\Rightarrow \frac{|\vec{F}_3|}{\ell_3} = I_3 |\vec{B}_3| \quad (\theta = 90^\circ)$$

$$\vec{B}_{13} = -\frac{\mu_0 I_1}{4\pi d} \hat{k}, \quad \vec{B}_{23} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d} \hat{k}, \quad \vec{B}_{43} = -\left(\frac{\mu_0 I_4}{2\pi d}\right) \hat{k} = \frac{\mu_0 I_4}{2\pi d} \hat{k}$$

$$\vec{B}_{53} = -\left(-\frac{\mu_0 I_5}{4\pi d}\right) \hat{k} = \frac{\mu_0 I_5}{4\pi d} \hat{k}$$

$$\Rightarrow |\vec{B}_3| = \frac{\mu_0}{2\pi d} \left(-\frac{I_1}{2} + I_2 + I_4 + \frac{I_5}{2} \right)$$

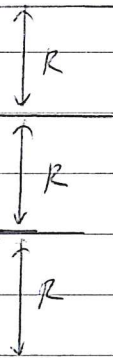
$$\Rightarrow \frac{|\vec{F}_3|}{\ell_3} = \frac{\mu_0 I_3}{2\pi d} \left(-\frac{I_1}{2} + I_2 + I_4 + \frac{I_5}{2} \right) = \boxed{8,0 \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{m}}}$$

Problem

29.48)

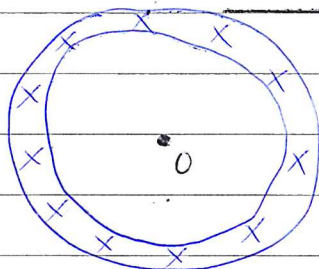
Σσπρσ I_σ

P.



$$R = 2,6 \text{ cm}$$

$$I = 8,00 \text{ mA}$$



Ampère

$$(a) |\vec{B}_1(0)| = \frac{\mu_0 I_\sigma}{6\pi R} \quad (\text{"downward"})$$

$$|\vec{B}_2(0)| = 0 \quad \Rightarrow |\vec{B}_\sigma(0)| = \frac{\mu_0}{6\pi}$$

↳ Aσσ σπρρρρρ σσπρρρρρ

$$|\vec{B}_1(P)| = \frac{\mu_0 I_\sigma}{2\pi R}$$

$$|\vec{B}_2(P)| = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \quad \Rightarrow |\vec{B}_\sigma(P)| = \frac{\mu_0}{2\pi R} |I_\sigma \pm \frac{I}{2}|$$

$$r \geq R: 2\pi r \cdot |\vec{B}| = \mu_0 I \Rightarrow |\vec{B}| = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$\Rightarrow \frac{\mu_0 I_\sigma}{6\pi R} = -\frac{\mu_0}{2\pi R} \left| I_\sigma \pm \frac{I}{2} \right|$$

$$0 < r < R: |\vec{B}| = 0$$

$$\text{αρρρρρρρρρρ} \left(I_\sigma - \frac{I}{2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{I_\sigma}{3} = -\left(I_\sigma - \frac{I}{2} \right) \Rightarrow \boxed{I_\sigma = \frac{3I}{8}}$$

$$(b) I_\sigma > 0 \Rightarrow \boxed{\text{ερρρρ ρρρ σπρρρρ}}$$

$$\boxed{= 3,00 \text{ mA}}$$

(3)

Problem

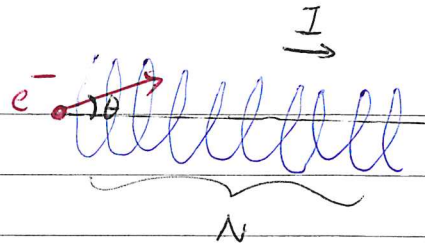
$$29.54) \quad q = -e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$|\vec{v}| = 800 \text{ m/s}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$N = 8000$$

$$I = 4.0 \text{ A}$$



Διακλυστική δύναμη: $B = \mu_0 n I$
 $(n = \frac{N}{L})$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 N I}{L}$$

$$\rightarrow v_x = |\vec{v}| \cdot \cos \theta$$

$$= \sqrt{3} \cdot 400 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow t = \frac{L}{v_x}$$

Για μια περιφορά: $T = \frac{2\pi m_e}{eB}$

$$\rightarrow m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

Από την: $|\vec{F}| = \frac{mv^2}{r}$ (κεντρομόλος)
 ↓ Lorentz
 $= e |\vec{v}| B$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi m_e L}{e \mu_0 N I}$$

↓ # περιφορών: $\frac{t}{L} = \frac{e \mu_0 N I}{2\pi m_e v_x} = 1.6 \cdot 10^6$