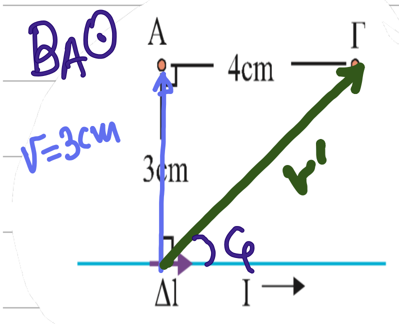
4.36



Ο ευθύγραμμος αγωγός του σχήματος 4.37 διαρρέεται από ρεύμα έντασης I = 10 A. Υπολογίστε το μαγνητικό πεδίο **B** που δημιουργεί τμήμα Δ*l*, του αγωγού μήκους Δ*l* = 0,2 cm (το Δ*l* να θεωρηθεί στοιχειώδες) στα σημεία Α και Γ. Δίνεται $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \mathrm{T\,m/A}$.
[Απ: $0{,}22\times10^{-5}$ T, $0{,}048\times10^{-5}$ T]

$I = 10\,A$
$\Delta l = 0.2\,cm$

i) $B_A = ;$

Biot-Savart

$$B_A = \frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I\cdot\Delta l}{r^2}\cdot ημ90^\circ$$

$$B_A = \frac{4\pi\cdot10^{-7}}{4\pi}\cdot\frac{0{,}2\cdot10^{-2}\cdot10}{9\cdot10^{-4}}\cdot 1$$

$$B_A = 0{,}22\cdot10^{-5}\,T$$

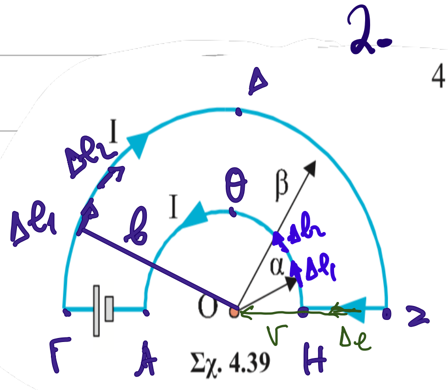
$r' = 5cm = 5\cdot10^{-2}m$

$ημφ = \frac{3}{5}$

$$B_\Gamma = \frac{\mu_0}{4\pi}\,\frac{I\Delta l_1}{r'^2}\cdot ημφ$$

$$B_\Gamma = \frac{\cancel{4\pi}10^{-7}}{\cancel{4\pi}}\;\frac{10\cdot0{,}2\cdot10^{-2}}{25\cdot10^{-4}}\cdot\frac{3}{5} \Rightarrow B_\Gamma = 0{,}048\cdot10^{-5}\,T$$

2.



Σχ. 4.39

4.38 Ο αγωγός του σχήματος 4.39 διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και αποτελείται από δύο ομόκεντρα ημικυκλικά τμήματα, ακτίνων α και β, που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με δύο ακτινικά ευθύγραμμα τμήματα. Να υπολογιστεί το μαγνητικό πεδίο στο κέντρο των ημικυκλικών τμημάτων.

[Απ: $\dfrac{\mu_0 I(\beta-\alpha)}{4\alpha\beta}$]

$B_O = ;$

• $B_0 = ;$ λόγω ΓΔΖ

$$B_{(0)} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot \Delta \ell_1}{b^2} \cdot \eta\mu 90^\circ + \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot \Delta \ell_2}{b^2} + \cdots$$

$$B_{(0)} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{b^2} (\Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 + \cdots) \Rightarrow$$

$$B_{(0)} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{b^2} \pi \cdot b \Rightarrow B_{(0)} = \frac{\mu_0 \cdot I}{4 b} \quad ①$$

$B_{(0)} \otimes$

• $B'_0 = ;$ λόγω ΗΘΑ

$$B'_0 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot \Delta \ell_1}{a^2} + \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot \Delta \ell_2}{a^2} + \cdots$$

$$B'_0 = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{a^2} (\Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 + \cdots)$$

$$B'_0 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{a^2} \cdot \pi \cdot a \Rightarrow B'_0 = \frac{\mu_0 I}{4 a} \quad ②$$

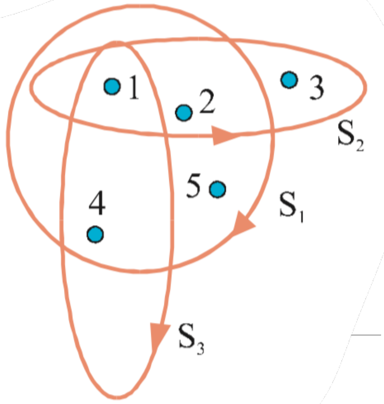
$B'_{(0)} \odot$

$$\vec{B}_{o\lambda(0)} = \vec{B}_{(0)} + \vec{B}'_{(0)} \Rightarrow B_{o\lambda(0)} = \frac{\mu_0 I}{4a} - \frac{\mu_0 I}{4B}$$

$$\boxed{B_{o\lambda(0)} = \frac{\mu_0 I}{4} \left(\frac{b-a}{a \cdot b} \right)}$$

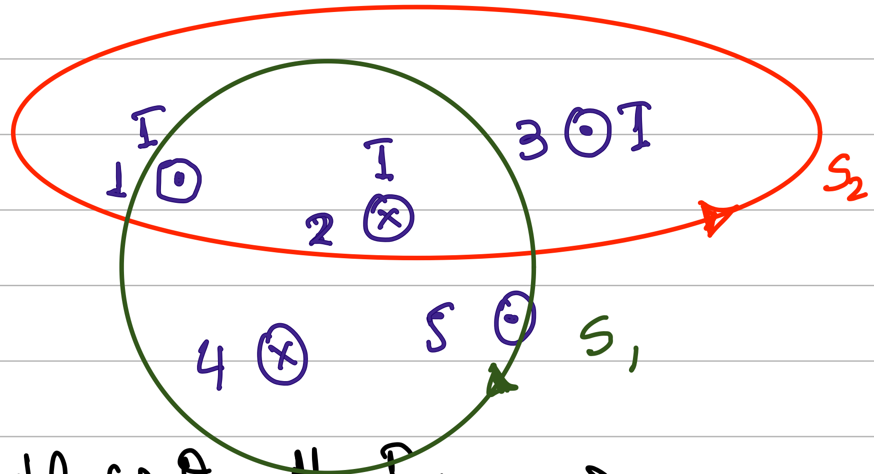
3.

Πέντε σύρματα που διαρρέονται το καθένα από ρεύμα έντασης I = 10 A κόβουν κάθετα τη σελίδα στα σημεία που φαίνονται στο σχήμα 4.40. Στα σύρματα με περιττό αριθμό τα ρεύματα έχουν φορά προς τον αναγνώστη ενώ στα σύρματα με άρτιο αριθμό, η φορά του ρεύματος είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Υπολογίστε το άθροισμα των γινομένων $B\,dl\,\text{συν}\theta$ πάνω σε κάθε κλειστή διαδρομή S_1, S_2, S_3 που φαίνονται στο σχήμα, με τη φορά που δείχνει το βέλος.
Δίνεται: $\mu_o = 4\pi\times10^{-7}\ \text{T m/A}$.
[Απ: $0{,}4\pi\times10^{-6}$ Tm, 0]



Σχ. 4.40

$I = 10A$



S_2: $\oint B\cdot dl\cdot \text{συν}\theta = \mu_o I_{εγκ} \Rightarrow$

$\oint B\cdot dl\ \text{συν}\theta = \mu_o(I_1+I_3-I_2) = \mu_o\cdot I =$

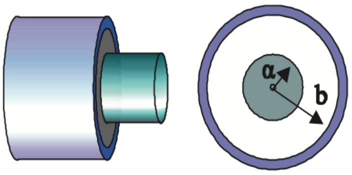
$= 4\pi\cdot10^{-7}\cdot10 = 4\pi\cdot10^{-6}\ T\cdot m$

S_1: $\oint B\cdot dl\cdot\text{συν}\theta = \mu_o I_{εγκ} \rightarrow$

$\oint B\cdot dl\ \text{συν}\theta = \mu_o(\cancel{I_2}+\cancel{I_4}-\cancel{I_1}-\cancel{I_5}) \rightarrow$

$\oint B\cdot dl\,\text{συν}\theta = 0\ Tm$

4.

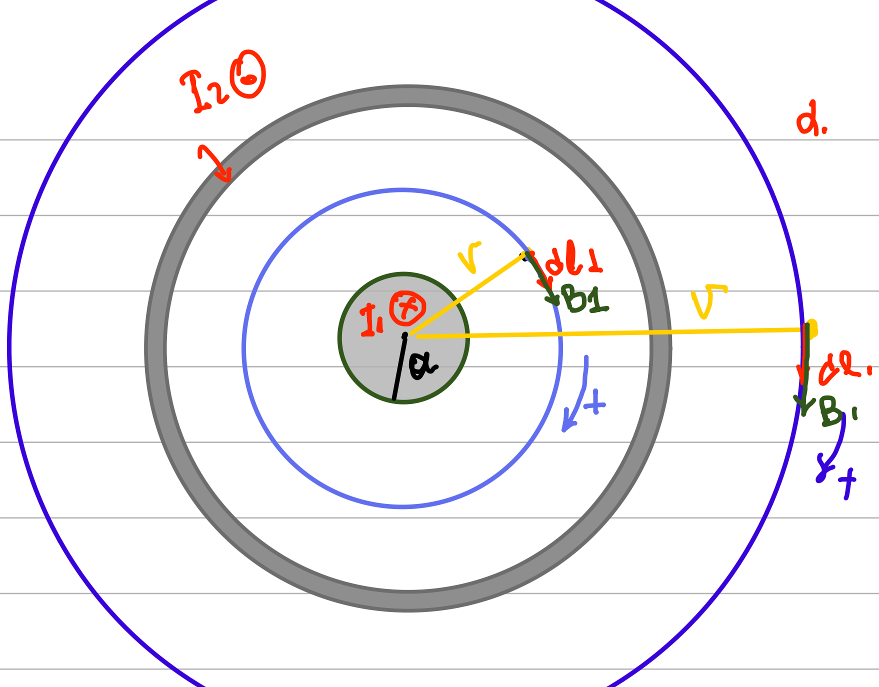


τομή του ομοαξονικού συστήματος

Σχ. 4.46

4.56 Ευθύγραμμο σύρμα που έχει διατομή ακτίνας α περιβάλλεται από λεπτό κυλινδρικό αγώγιμο κέλυφος ακτίνας b. Ο άξονας του κελύφους συμπίπτει με τον άξονα του σύρματος (σχ. 4.46). Μεταξύ του σύρματος και του κελύφους υπάρχει μονωτικό υλικό. (Η διάταξη ονομάζεται ομοαξονικό σύστημα αγωγών ή ομοαξονικό καλώδιο). Οι δύο αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα I_1 και I_2 αντίθετης φοράς. Υπολογίστε το μαγνητικό πεδίο σε ένα σημείο που απέχει απόσταση r από τον κοινό άξονα και βρίσκεται α) μεταξύ των δύο αγωγών ($\alpha < r < b$) και β) έξω από το σύστημα των δύο αγωγών ($r > b$). Εξετάστε και την περίπτωση όπου $I_1 = I_2$. Η μαγνητική διαπερατότητα του μονωτικού υλικού θα θεωρηθεί ίση με ένα.

[Απ: α) $B = \dfrac{\mu_o I_1}{2\pi r}$, β) $B = \dfrac{\mu_o|I_1 - I_2|}{2\pi r}$]



d.

$a < r < b$

$$\Sigma(B_1 \cdot dl_1 συνθ + B_2 dl_2 συνθ + \dots) = \mu_0 \cdot I_1 \rightarrow$$

$$B\,\Sigma(dl_1 + dl_2 + \dots) = \mu_0 I_1 \Rightarrow$$

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 I_1 \rightarrow \boxed{B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}}$$

ε)

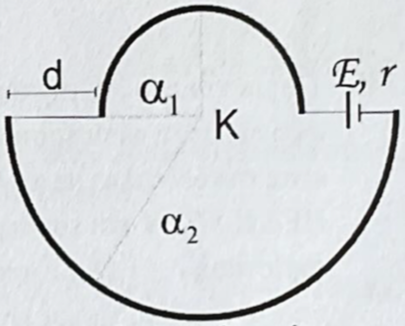
$$\Sigma(B_1 \cdot dl_1 \cdot συνθ + B_2 \cdot dl_2 \cdot συνθ + \dots) = \mu_0 \cdot I_{εγκ} \Rightarrow$$

$$B\,\Sigma(dl_1 + dl_2 + \dots) = \mu_0 \cdot (I_1 - I_2) \Rightarrow$$

$$B \cdot 2\pi r = \mu_0 \cdot (I_1 - I_2) \Rightarrow$$

$$\boxed{B = \frac{\mu_0 \cdot (I_1 - I_2)}{2\pi r}}$$

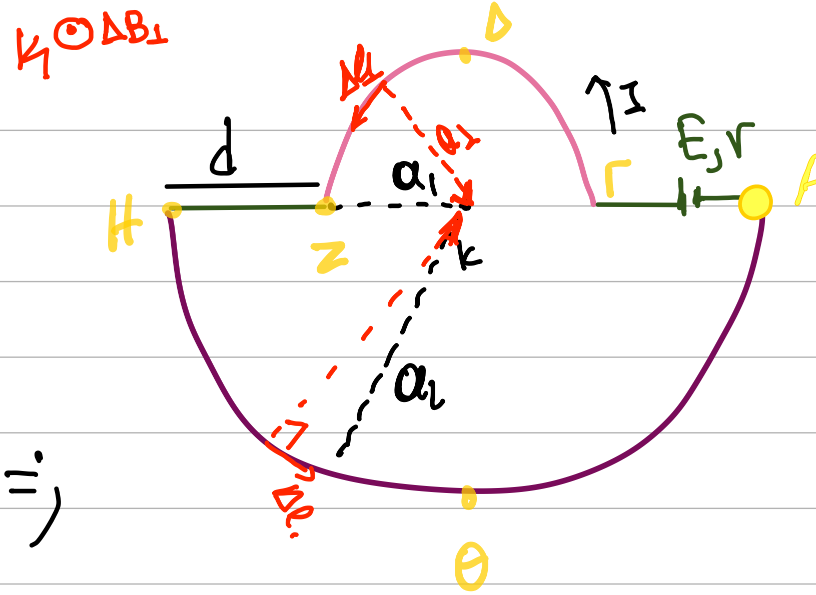
δ. **14.141.** Το κύκλωμα του διπλανού σχήματος αποτελείται από τέσσερα διαφορετικά λεπτά συρμάτινα τμήματα. Τα δύο ευθύγραμμα έχουν μήκος d = 0,4 m και αμελητέα ωμική αντίσταση. Τα άλλα δύο τμήματα είναι ημικυκλικά και έχουν ακτίνες $\alpha_1 = 0{,}4$ m και α_2, κοινό κέντρο Κ και εμφανίζουν ωμικές αντιστάσεις $R_1 = 2\ \Omega$ και $R_2 = 3\ \Omega$ αντίστοιχα. Στο ένα ευθύγραμμο τμήμα είναι συνδεδεμένη ηλεκτρική πηγή με στοιχεία Ε = 60 V και r = 1 Ω. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Κ που οφείλεται στα τέσσερα αυτά συρμάτινα τμήματα.



Δίνεται: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ T \cdot m / A$.

(Απ. Από τη σελίδα προς τον αναγνώστη με μέτρο $37{,}5\pi \cdot 10^{-7}$ T)

$d=0.4m$
$a_1=0.4m$
$a_2=0,8m$
$R_1=2\Omega$
$R_2=3\Omega$
$E=60V$ $B_K=;$
$r=1\Omega$



• Λόγω ΑΓ και ΖΗ $B_K=0$ γιατί τα ευθ. τμήματα τέμνουν το Κ ή η γωνία ανάμεσα στα διανύσματα του Biot Savart $\vec{r}$ και $\Delta\vec{\ell}$ $\theta=0$ άρα ημ0=0

• $B_K=;$ λόγω ΓΔΖ

$$\Delta B_1=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\Delta\ell_1 I}{a_1^2}\,\eta\mu 90^\circ$$

$$\vec{B}_K=\Delta\vec{B}_1+\Delta\vec{B}_2+\ldots+\Delta\vec{B}_\nu \rightarrow$$

$$B_K=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I(\Delta\ell_1+\Delta\ell_2+\ldots\Delta\ell_\nu)}{a^2}\rightarrow B_K=\frac{\mu_0}{4\pi}\cdot\frac{I\,\pi \cancel{a_1}}{a_1^{\cancel{2}}}\rightarrow$$

$$B_K=\frac{\mu_0}{4\cancel{\pi}}\cdot\frac{I\cancel{\pi}}{a_1}\rightarrow \boxed{B_K=\frac{4\pi 10^{-7}}{4}\cdot\frac{I}{0,4}\ (1)}$$

$$I=\frac{E}{R_{o\lambda}}\rightarrow I=\frac{60}{6}\rightarrow I=10A$$

$$(1)\longrightarrow \boxed{B_K=25\pi\cdot 10^{-7}\,T}$$ B_K ⊙

$B'_\kappa = ;$ λόγω του αγωγού ΗΘΑ

$$\Delta B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot \Delta l_1}{\alpha_2^2} \cdot \eta\mu 90^\circ$$

$\Delta B_1 \odot$

$$B'_\kappa = \Delta B_1 + \Delta B_2 + \dots \Rightarrow$$

$$B'_\kappa = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I}{\alpha_2^2} (\Delta l_1 + \Delta l_2 + \dots) \Rightarrow$$

$$B'_\kappa = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot \pi \cdot \cancel{\alpha_2}}{\alpha_2^{\cancel{2}}}$$

$B'_\kappa = 12{,}5\pi \cdot 10^{-7}$ T $\qquad B'_\kappa \odot$

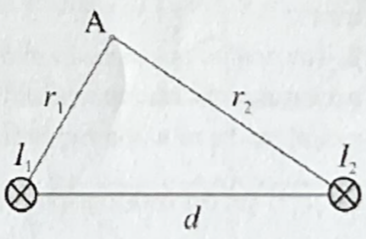
Συνολική ένταση στο κ

$$\vec{B}_{\kappa o\lambda} = \vec{B}_\kappa + \vec{B'}_\kappa \Rightarrow$$

$$B_{\kappa o\lambda} = 37{,}5\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$$

6

(Σχολικό βιβλίο Γ.Π.) Δύο ευθύγραμμοι παράλληλοι αγωγοί μεγάλου μήκους απέχουν απόσταση d = 5 cm και διαρρέονται από ρεύματα $I_1 = 15$ A και $I_2 = 20$ A.



α. Να υπολογιστεί το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Α ($\hat{A} = 90^\circ$) που απέχει από τους δύο αγωγούς αποστάσεις $r_1 = 3$ cm και $r_2 = 4$ cm.

β. Σε ποιο σημείο η ένταση του συνολικού μαγνητικού πεδίου είναι ίση με το μηδέν;

Δίνεται: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T·m/A.

(Απ. α. $\sqrt{2} \cdot 10^{-4}$ T, β. 15/7 cm από τον αγωγό ρεύματος I_1)

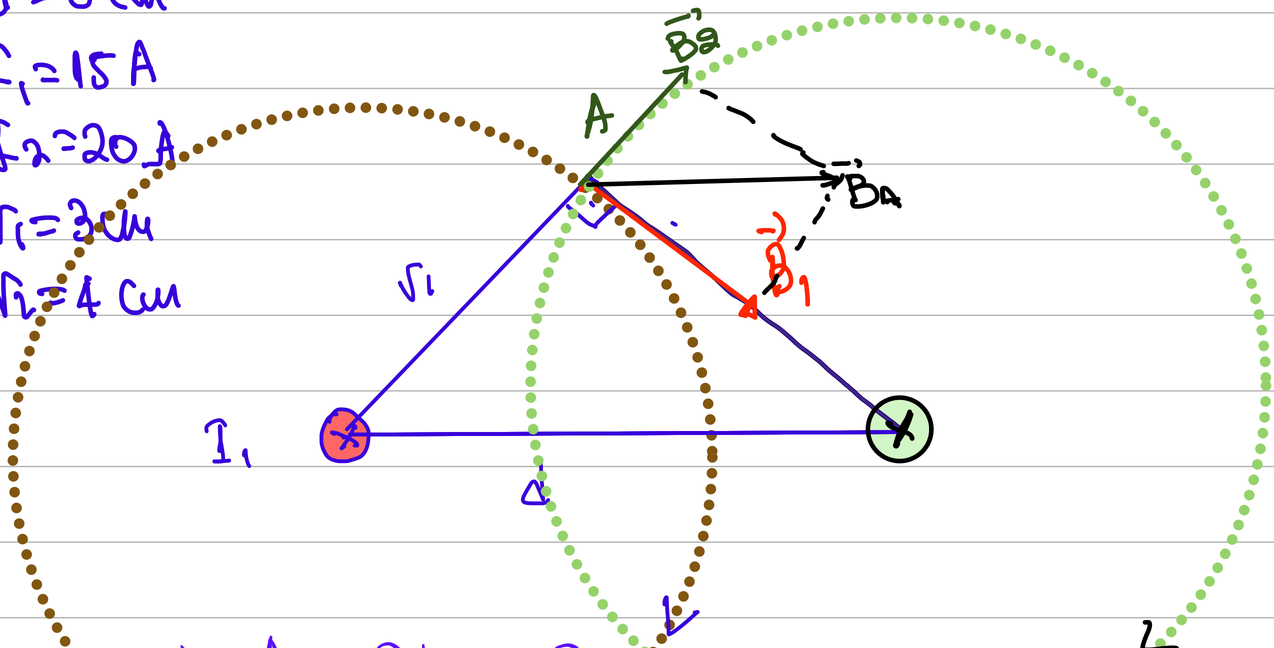
$d=5\,cm$

$I_1=15\,A$

$I_2=20\,A$

$r_1=3\,cm$

$r_2=4\,cm$



Ένταση στο A λόγω I_1

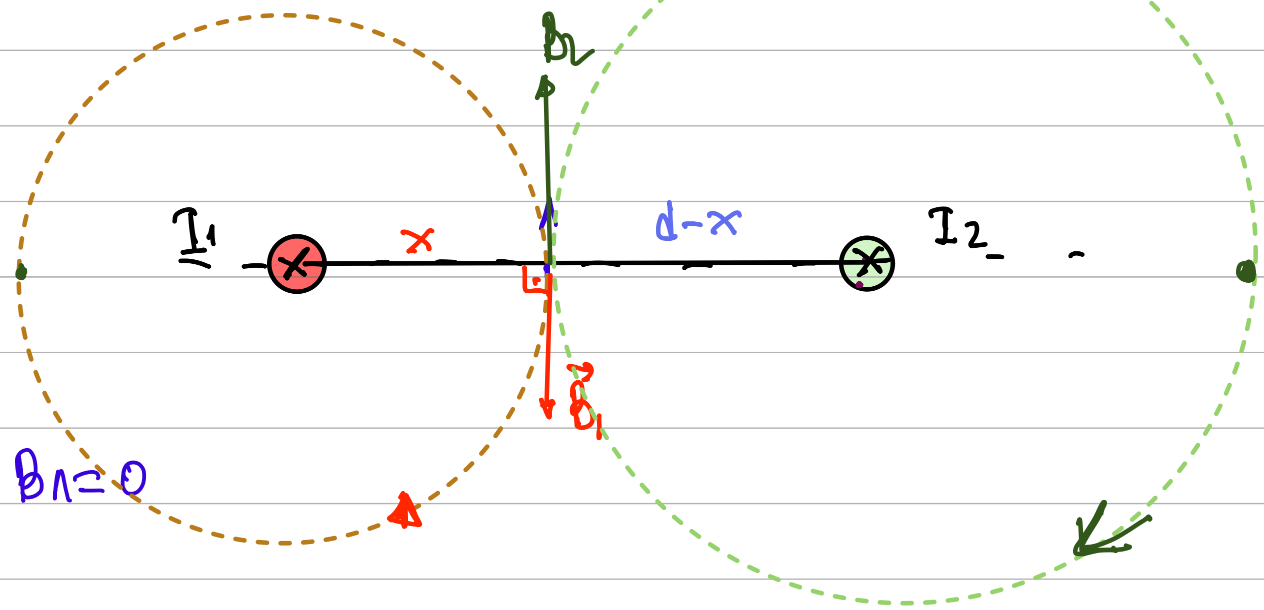
$$B_1=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_1}{r_1}=\frac{4\pi\cdot10^{-7}}{4\pi}\frac{2\cdot15}{3\cdot10^{-2}}=10^{-4}\,T$$

Ένταση στο A λόγω I_2

$$B_2=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_2}{r_2}=\frac{4\pi\cdot10^{-7}}{4\pi}\cdot\frac{2\cdot20}{4\cdot10^{-2}}=10^{-4}\,T$$

$$B_A=\sqrt{B_1^2+B_2^2}\Rightarrow B_A=10^{-4}\sqrt{2}\,T$$

β) $x=;$ $B=0$



Έστω $B_{ολ}=0$

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_1}{x} \qquad B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I_2}{d-x}$$

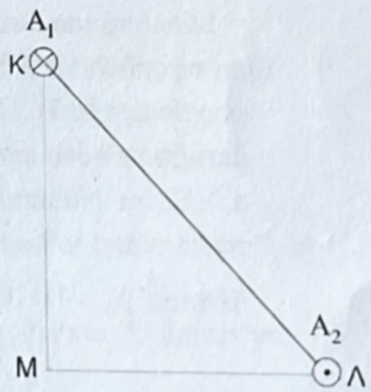
$$\vec{B}_\Lambda = 0 \Rightarrow \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0 \Rightarrow B_1 - B_2 = 0 \Rightarrow$$

$$B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\cancel{\mu_0}}{\cancel{4\pi}}\cdot\frac{\cancel{2}I_1}{x} = \frac{\cancel{\mu_0}}{\cancel{4\pi}}\frac{\cancel{2}I_2}{d-x} \Rightarrow$$

$$\frac{15}{x} = \frac{20}{5-x} \Rightarrow 20x = 75 - 15x \Rightarrow$$

$$35x = 75 \Rightarrow x = \frac{75}{35} \text{ cm}$$

7. Δύο ευθύγραμμοι και παράλληλοι ρευματοφόροι αγωγοί A_1 και A_2 μεγάλου μήκους βρίσκονται στις κορυφές Κ και Λ ενός ορθογωνίου τριγώνου ΚΛΜ (Μ = 90°) και διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα έντασης $I_1 = 6$ A και $I_2 = 8$ A αντίστοιχα, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Αν για τις πλευρές του τριγώνου ισχύουν ΚΛ = 5 cm και ΚΜ = 3 cm, να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου:



α. Στο μέσο Σ της πλευράς ΚΛ.

β. Στην κορυφή Μ του τριγώνου.

Δίνεται: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m/A}$.

(Απ.: α. $1{,}12\cdot 10^{-4}$ T, β. B = $4\sqrt{2}\cdot 10^{-5}$ T)

8. Ένα σωληνοειδές μήκους 100 cm, που αποτελείται από Ν = 10 σπείρες και έχει συνολική αντίσταση R = 4 Ω, συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη αντίστασης R_1 = 4 Ω και με πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης ε = 40 V και εσωτερικής αντίστασης r. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στα άκρα του σωληνοειδούς είναι ίσο με $B = 8\pi.10^{-6}$ T.

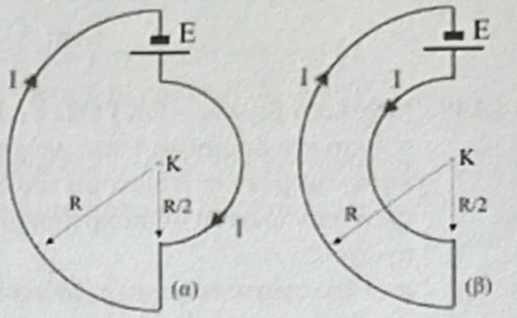
α. Να υπολογίσετε την τιμή της εσωτερικής αντίστασης της πηγής.

β. Συνδέουμε τον αντιστάτη αντίστασης R_1 παράλληλα με το σωληνοειδές και τα άκρα του συστήματος συνδέονται και πάλι με την ίδια πηγή. Πόσο θα γίνει τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς;

Δίνεται: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \text{T}\cdot\text{m/A}$.

(Απ.: α. r = 2 Ω, β. B = $2\pi.10^{-5}$ T)

9. **(Υπουργείου)** Τα δύο κυκλώματα του σχήματος αποτελούνται από δύο ομόκεντρους ημικυκλικούς αγωγούς που έχουν ακτίνες $R = 10$ cm και $R/2$. Οι αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα έντασης $I = 2$ A.



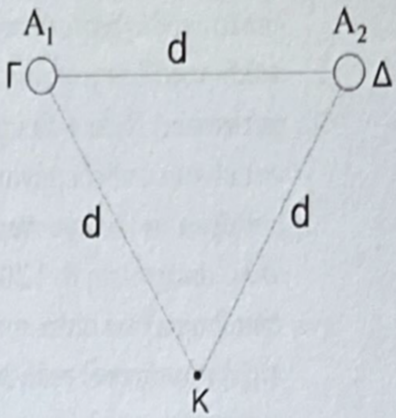
α. Να βρείτε στην περίπτωση του κυκλώματος (α) το μέτρο και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Κ, που είναι το κέντρο των ομόκεντρων ημικυκλίων.

β. Να βρείτε στην περίπτωση του κυκλώματος (β) το μέτρο και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Κ, που είναι το κέντρο των ομόκεντρων ημικυκλίων.

Δίνεται: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \text{T} \cdot \text{m/A}$.

(Απ: α. $6\pi \cdot 10^{-6}$ T, β. $2\pi \cdot 10^{-6}$ T)

10. Δύο ευθύγραμμοι και παράλληλοι ρευματοφόροι αγωγοί A_1 και A_2 απείρου μήκους βρίσκονται στα σημεία Γ και Δ αντίστοιχα μιας ευθείας (ε) που απέχουν απόσταση $d = 20\sqrt{3}$ cm. Οι δύο αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα έντασης $I_1 = I_2 = 5$ A όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε σημείο Κ που απέχει απόσταση d από κάθε αγωγό, όταν τα ρεύματα που διαρρέουν τους δύο αγωγούς είναι:



α. ομόρροπα. **β.** αντίρροπα

Δίνεται: $\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \text{T} \cdot \text{m/A}$.

(Απ.: α. $B = 5 \cdot 10^{-6}$ T, β. $B = \frac{5}{3}\sqrt{3} \cdot 10^{-6}$ T)