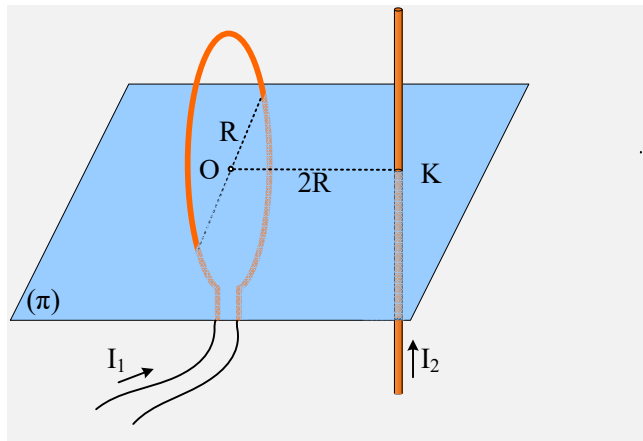
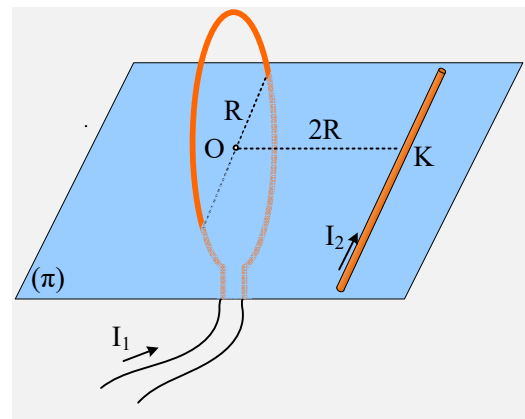


Ο ευθύγραμμος αγωγός παράλληλος στον κυκλικό

Ένας κυκλικός αγωγός, κέντρου O και ακτίνας $R=0,2m$ με το επίπεδό του κατακόρυφο, διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_1= 2A$. Στο σχήμα βλέπετε ένα οριζόντιο επίπεδο (π) που περνά από το κέντρο του κυκλικού αγωγού. Ένας δεύτερος κατακόρυφος ευθύγραμμος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα με φορά προς τα πάνω, όπως στο σχήμα, με ένταση I_2 , ενώ τέμνει το οριζόντιο επίπεδο (π) στο σημείο K , όπου η $(OK)=2R$ είναι κάθετη στο επίπεδο του κυκλικού αγωγού.



- i) Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης B_1 του μαγνητικού πεδίου, που δημιουργεί ο κυκλικός αγωγός, στο κέντρο του O και να σχεδιάσετε το διάνυσμα της έντασης πάνω στο σχήμα.
- ii) Να σχεδιάσετε επίσης πάνω στο σχήμα την ένταση B_2 του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο O , που δημιουργεί ο ευθύγραμμος αγωγός (ποιοτικό διάγραμμα).
- iii) Αν η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο O σχηματίζει γωνία 45° με το επίπεδο του κυκλικού αγωγού, να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό.
- iv) Στρέφουμε τον ευθύγραμμο αγωγό κατά 90° , ώστε να γίνει οριζόντιος, όπως στο σχήμα. Να βρεθεί τώρα η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο O του κυκλικού αγωγού.



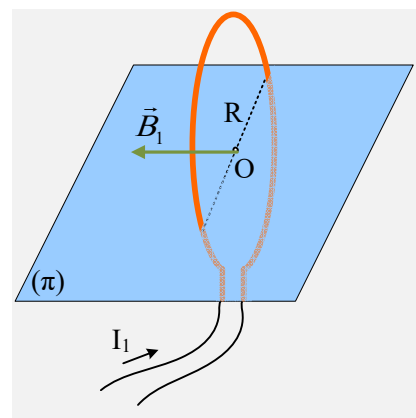
Δίνεται $k_\mu=10^{-7}N/A^2$.

Απάντηση:

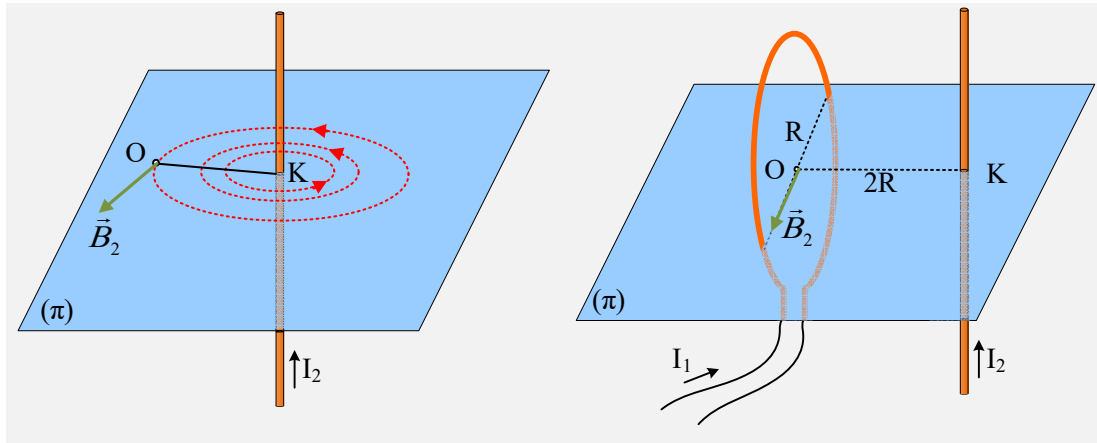
- i) Η ένταση B_1 του μαγνητικού πεδίου, το οποίο δημιουργεί ο κυκλικός αγωγός στο κέντρο του O , είναι κάθετη στο επίπεδο του κύκλου, άρα πάνω στο οριζόντιο επίπεδο (π) και η φορά της βρίσκεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού, όπως στο διπλανό σχήμα, στην προέκταση της KO . Για το μέτρο της έντασης έχουμε:

$$B_1 = k_\mu \frac{2\pi I_1}{R} = 10^{-7} \frac{2\pi \cdot 2}{0,2} T = 2\pi \cdot 10^{-6} T$$

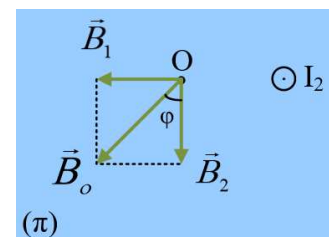
- ii) Ο ευθύγραμμος αγωγός δημιουργεί γύρω του μαγνητικό πεδίο που οι δυναμικές γραμμές είναι ομόκεντροι κύκλοι σε κάθετο προς αυτόν



επίπεδο. Έτσι έχουμε κυκλική δυναμική γραμμή με κέντρο το Κ και ακτίνα $r=2R$, η οποία περνά από το Ο, εφαπτόμενη στην οποία είναι η ένταση B_2 , όπως στο παρακάτω σχήμα:

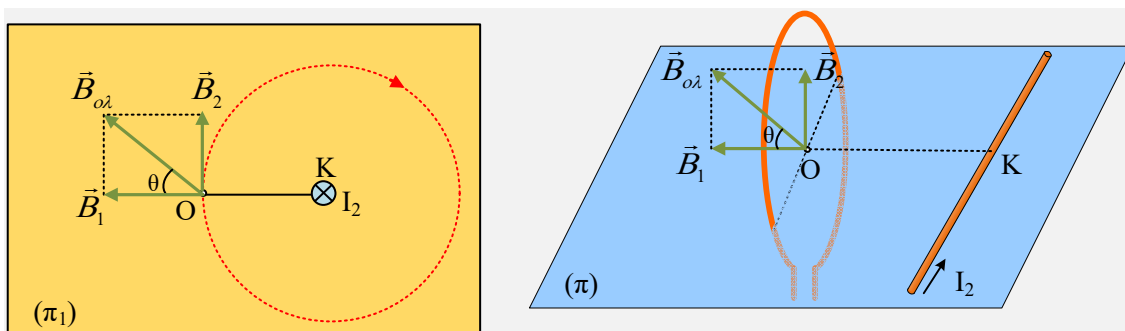


iii) Με βάση τα δύο προηγούμενα ερωτήματα, τόσο η ένταση B_1 εξαιτίας του κυκλικού αγωγού, όσο και η B_2 εξαιτίας του ευθύγραμμου, στο σημείο Ο, είναι οριζόντιες. Έτσι αν δούμε το οριζόντιο επίπεδο από πάνω (κάτοψη), θα δούμε το διπλανό σχήμα, όπου το σχηματιζόμενο παραλληλόγραμμο είναι ορθογώνιο (γωνίες 90°) και μάλιστα τετράγωνο, αφού η γωνία $\varphi=45^\circ$, πράγμα που σημαίνει ότι η διαγώνιος διχοτομεί τη γωνία Ο! Αλλά τότε και το μέτρο της έντασης B_2 που δημιουργεί ο ευθύγραμμος αγωγός είναι $B_2=2\pi \cdot 10^{-6}T$, οπότε παίρνουμε:



$$B_2 = k_\mu \frac{2I_2}{r} \rightarrow I_2 = \frac{B_2 \cdot 2R}{2k_\mu} = \frac{2\pi \cdot 10^{-6} \cdot 0,4}{2 \cdot 10^{-7}} A = 4\pi A$$

iv) Αν ο ευθύγραμμος αγωγός γίνει οριζόντιος, τότε η κυκλική δυναμική γραμμή του μαγνητικού του πεδίου, η οποία περνά από το Ο, θα ορίζει ένα κατακόρυφο επίπεδο (π_1) με αποτέλεσμα η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί B_2 να είναι κατακόρυφη, όπως στο σχήμα, κάθετη στην ένταση B_1 που είναι οριζόντια, στην προέκταση της ΚΟ.



Αλλά τότε και πάλι το παραλληλόγραμμο των δύο εντάσεων είναι τετράγωνο και η ολική ένταση B_{02} σχηματίζει γωνία $\theta=45^\circ$ με την ένταση B_1 (άρα και το οριζόντιο επίπεδο (π)) έχοντας μέτρο:

$$B_{02} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{2B_1^2} = B_1\sqrt{2} = 2\sqrt{2}\pi \cdot 10^{-6}T$$