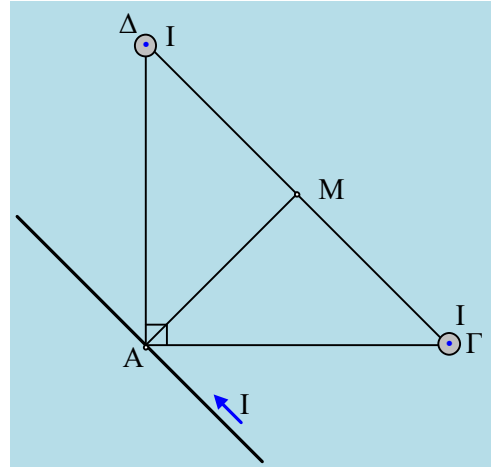


## Μαγνητικό πεδίο τριών αγωγών

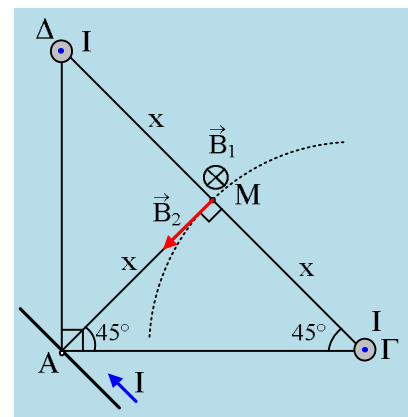
Στο σχήμα βλέπετε ένα ορθογώνιο και ισοσκελές τρίγωνο ΑΓΔ ( $\hat{A} = 90^\circ$ ), στο επίπεδο της σελίδας και τρεις αγωγούς, μεγάλου μήκους, που διαρρέονται από ρεύματα με την ίδια ένταση  $I$ , οι οποίοι περνούν από τις τρεις κορυφές του τριγώνου. Ο πρώτος αγωγός που περνά από την κορυφή Α, είναι παράλληλος στην πλευρά ΓΔ και δημιουργεί στο μέσον της Μ, μαγνητικό πεδίο έντασης  $B_1 = 0,02\text{T}$ . Οι άλλοι δύο αγωγοί είναι κάθετοι στο επίπεδο της σελίδας και διαρρέονται από ρεύματα με φορά προς τα έξω, όπως στο σχήμα.



- i) Να σχεδιάσετε την ένταση  $B_1$  του μαγνητικού πεδίου στο Μ, που οφείλεται στον πρώτο αγωγό.
- ii) Να βρείτε την ένταση του μαγνητικού πεδίου (μέτρο και κατεύθυνση) στο σημείο Μ που οφείλεται στον αγωγό που περνά από την κορυφή Γ.
- iii) Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο Μ, που οφείλεται και στους τρεις αγωγούς:
  - α) Βρίσκεται στο επίπεδο της σελίδας.
  - β) Είναι κάθετη στο επίπεδο της σελίδας.
  - γ) Σχηματίζει γωνία με το επίπεδο που βλέπουμε στο σχήμα.
 Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.
- iv) Να βρείτε την ένταση του μαγνητικού πεδίου (μέτρο και κατεύθυνση) στην κορυφή Α του τριγώνου, που οφείλεται στους δύο παράλληλους αγωγούς που περνούν από τις άλλες δύο κορυφές.

### Απάντηση:

- i) Στο ορθογώνιο και ισοσκελές τρίγωνο ΑΓΔ η διάμεσος ΑΜ είναι και ύψος, κάθετη στην ΓΔ, οπότε είναι κάθετη και στον αγωγό που περνά από την κορυφή Α. Αλλά τότε από το Μ διέρχεται μια κυκλική δυναμική γραμμή, κάθετη στο επίπεδο της σελίδας, με κέντρο το Α και ακτίνα ίση με το ύψος  $(AM) = x$ , εφαπτόμενη στην οποία είναι η ένταση  $\vec{B}_1$  του παραγόμενου μαγνητικού πεδίου. Εξάλλου με βάση τον κανόνα του δεξιού χεριού η ένταση αυτή, κάθετη στο επίπεδο της σελίδας έχει φορά προς τα μέσα.
- ii) Η γωνία Γ του ορθογώνιου τριγώνου είναι ίση με  $45^\circ$  (ορθογώνιο και ισοσκελές τρίγωνο), αλλά τότε και στο ορθογώνιο τρίγωνο ΜΑΓ η γωνία ΜΑΓ θα είναι επίσης  $45^\circ$ , οπότε και αυτό το τρίγωνο είναι ορθογώνιο και ισοσκελές, συνεπώς  $(\Gamma M) = x$ . (Άλλωστε από την Γεωμετρία είναι γνωστό!!! ότι η διάμεσος ορθογώνιου τριγώνου, είναι ίση με το μισό της υποτείνουσας...).



Εξάλλου ο αγωγός που περνά από την κορυφή Γ δημιουργεί μαγνητικό πεδίο, οι δυναμικές γραμμές του οποίου είναι κάθετες σε αυτόν. Έτσι υπάρχει και μια δυναμική γραμμή στο επίπεδο της σελίδας που περνά από το Μ, εφαπτόμενη στην οποία θα είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου, όπως στο σχήμα. Για τα μέτρα  $B_1$  και  $B_2$  έχουμε:

$$B_1 = K_\mu \frac{2I}{r_1} = K_\mu \frac{2I}{x} \quad \text{και} \quad B_2 = K_\mu \frac{2I}{r_2} = K_\mu \frac{2I}{x}$$

Οι δύο εντάσεις δηλαδή είναι ίσες κατά μέτρο, οπότε και  $B_2=0,02T$ .

iii) Με την ίδια συλλογιστική, όπως παραπάνω, ο αγωγός που περνά από την κορυφή Δ, δημιουργεί και αυτός μαγνητικό πεδίο στο Μ, με κατεύθυνση, κάθετη στην πλευρά ΑΓ, όπως στο σχήμα και μέτρο

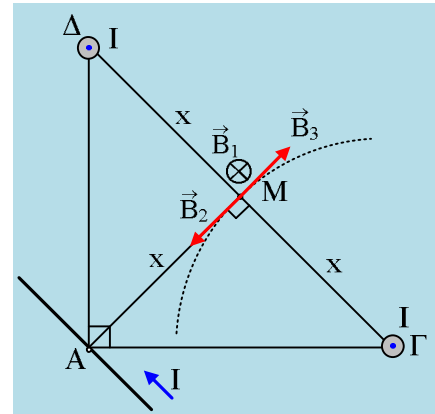
$$B_3 = K_\mu \frac{2I}{r_3} = K_\mu \frac{2I}{x} = B_2$$

Αλλά τότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο Μ θα είναι:

$$\vec{B}_M = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = \vec{B}_1$$

Αφού οι εντάσεις  $\vec{B}_2$  και  $\vec{B}_3$  είναι αντίθετες. Έτσι η συνολική ένταση

είναι κάθετη στο επίπεδο της σελίδας με φορά προς τα μέσα και μέτρο  $B_M=B_1=0,02T$  και σωστό είναι το β.



iv) Το ορθογώνιο τρίγωνο ΑΓΔ έχει πλευρές  $(A\Gamma)=(A\Delta)=y$ , όπου από το πυθαγόρειο θεώρημα βρίσκουμε:

$$y = \sqrt{x^2 + x^2} = x\sqrt{2}$$

Στο διπλανό σχήμα έχουν σχεδιαστεί οι δυναμικές γραμμές που διέρχονται από την κορυφή Α και οφείλονται στους αγωγούς (που περνούν από τα) Γ και Δ. Εξαιτίας του αγωγού στο Γ δημιουργείται μαγνητικό πεδίο στο Α έντασης  $B_\Gamma$  και εξαιτίας του αγωγού στο Δ, ένταση  $B_\Delta$ , για τα μέτρα των οποίων έχουμε:

$$B_\Gamma = B_\Delta = K_\mu \frac{2I}{y} = K_\mu \frac{2I}{x\sqrt{2}} = \frac{B_1}{\sqrt{2}} \rightarrow$$

$$B_\Gamma = B_\Delta = \frac{B_1}{2} \sqrt{2} = 0,01\sqrt{2} T$$

Έτσι η συνολική ένταση στην κορυφή Α, θα προκύψει με τον κανόνα του παραλληλογράμμου, όπου στην περίπτωσή μας είναι τετράγωνο, με αποτέλεσμα η ολική ένταση  $B_{ολ}$  να σχηματίζει γωνία  $\theta=45^\circ$  με την πλευρά ΑΓ, έχοντας μέτρο:

$$B_{ολ} = \sqrt{(B_\Gamma)^2 + (B_\Delta)^2} = B_\Gamma \sqrt{2} = 0,01\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} T = 0,02T$$

