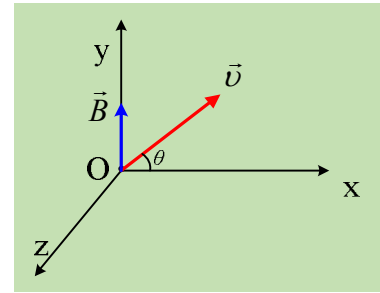


## Το μαγνητικό πεδίο και η έλικα

Ένα σωματίδιο μάζας  $m=10^{-15}\text{kg}$  και φορτίου  $q=10^{-12}\text{C}$  εκτοξεύεται κάποια στιγμή  $t=0$ , με ταχύτητα  $v=100\text{m/s}$ , από το σημείο  $O$ , όπως στο σχήμα, μέσα σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης  $B=1\text{T}$ . Λαμβάνοντας ένα τρισσορογώνιο σύστημα αξόνων  $xyz$ , η ένταση του πεδίου βρίσκεται στον άξονα  $y$ , ενώ η ταχύτητα βρίσκεται στο επίπεδο  $xOy$ , σχηματίζοντας γωνία  $\theta$  με τον άξονα  $x$ , όπου  $\eta\mu\theta=0,6$  και  $\sigma\upsilon\nu\theta=0,8$ .



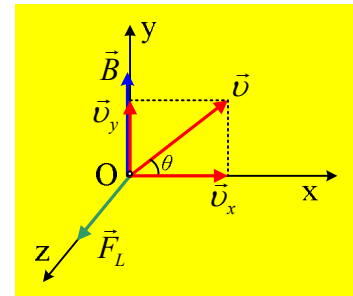
- i) Να σχεδιάσετε την δύναμη που ασκείται από το μαγνητικό πεδίο στο σωματίδιο, την στιγμή  $t=0$  και να υπολογίσετε το μέτρο της.
- ii) Να υπολογίσετε την ακτίνα και να προσδιορίσετε το κέντρο της κυκλικής τροχιάς, πάνω στην οποία αρχίζει να κινείται το σωματίδιο, τη στιγμή  $t=0$ .
- iii) Ποια χρονική στιγμή  $t_1$  το σωματίδιο ολοκληρώνει μια περιστροφή; Να υπολογιστεί η μετατόπισή του την στιγμή αυτή.

### Απάντηση:

- i) Αναλύουμε την ταχύτητα σε δυο συνιστώσες, μια στην διεύθυνση  $Ox$  και μια στην  $Oy$ , όπως στο σχήμα. Για τα μέτρα των δύο συνιστωσών έχουμε:

$$v_x = v \cdot \sigma\upsilon\nu\theta = 100 \cdot 0,8 \text{m/s} = 80 \text{m/s} \text{ και}$$

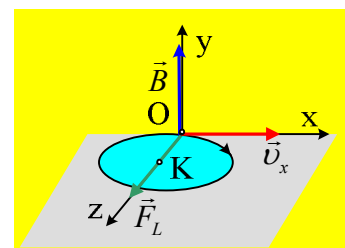
$$v_y = v \cdot \eta\mu\theta = 100 \cdot 0,6 \text{m/s} = 60 \text{m/s}.$$



Εξαιτίας της συνιστώσας  $v_y$  της παράλληλης στην ένταση του μαγνητικού πεδίου, το σωματίδιο δεν δέχεται κάποια δύναμη, συνεχίζοντας να κινείται ευθύγραμμα και ομαλά στην διεύθυνση  $y$ . Εξαιτίας της  $v_x$  η οποία είναι κάθετη στην ένταση, ασκείται στο σωματίδιο δύναμη Lorentz, κάθετη στην  $v$  και στο  $B$ , άρα στην διεύθυνση του άξονα  $z$ , που με την βοήθεια του κανόνα των τριών δακτύλων, βρίσκουμε να έχει φορά, όπως στο σχήμα. Για το μέτρο της έχουμε:

$$F_L = B|q|v \cdot \eta\mu(90^\circ - \theta) = Bqv_x = 1 \cdot 10^{-12} \cdot 80 \text{N} = 8 \cdot 10^{-11} \text{N}$$

- ii) Αν το σωματίδιο είχε μόνο την ταχύτητα  $v_x$  (την ταχύτητα εξαιτίας της οποίας δέχεται δύναμη Lorentz) θα εκτελούσε κυκλική τροχιά στο επίπεδο  $xOz$ , με την δύναμη Lorentz να είναι η κεντρομόλος. (Αν θεωρήσουμε ότι ο άξονας  $Oy$  είναι κατακόρυφος, η κυκλική τροχιά βρίσκεται σε ένα οριζόντιο επίπεδο, κάθετο στο επίπεδο της σελίδας, με γκρι χρώμα). Το κέντρο της κυκλικής τροχιάς θα είναι ένα σημείο  $K$  του άξονα  $Oz$ , ενώ η ακτίνα της τροχιάς ( $KO$ ) θα είναι ίση:



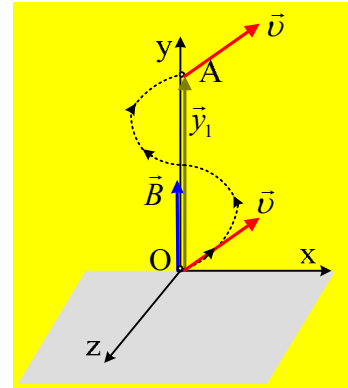
$$R = \frac{mv_x}{qB} = \frac{10^{-15} \cdot 80}{10^{-12} \cdot 1} m = 0,08m = 8cm$$

iii) Το σωματίδιο ολοκληρώνει μια περιστροφή σε χρόνο μιας περιόδου:

$$t_1 = T = \frac{2\pi m}{qB} = \frac{2\pi \cdot 10^{-15}}{10^{-12} \cdot 1} s = 6,28 \cdot 10^{-3} s = 6,28ms$$

Αλλά εξαιτίας της ταχύτητας  $v_y$ , το σωματίδιο κινείται με σταθερή ταχύτητα στην κατακόρυφη διεύθυνση, στην διεύθυνση του άξονα  $y$ , οπότε η κυκλική τροχιά μετατρέπεται σε **ελικοειδή**. Έτσι σε χρόνο ίσο με την περίοδο, το σωματίδιο έχει ολοκληρώσει μια περιστροφή, οπότε βρίσκεται ξανά σε σημείο του άξονα  $y$ , στο σημείο A, ενώ η ζητούμενη μετατόπιση, το διάνυσμα  $\vec{y}_1$ , έχει μέτρο ίσο με το «βήμα της έλικας»:

$$y_1 = \beta = v_y \cdot T = 60 \cdot 6,28 \cdot 10^{-3} m \approx 0,38m$$



[dmargaris@gmail.com](mailto:dmargaris@gmail.com)