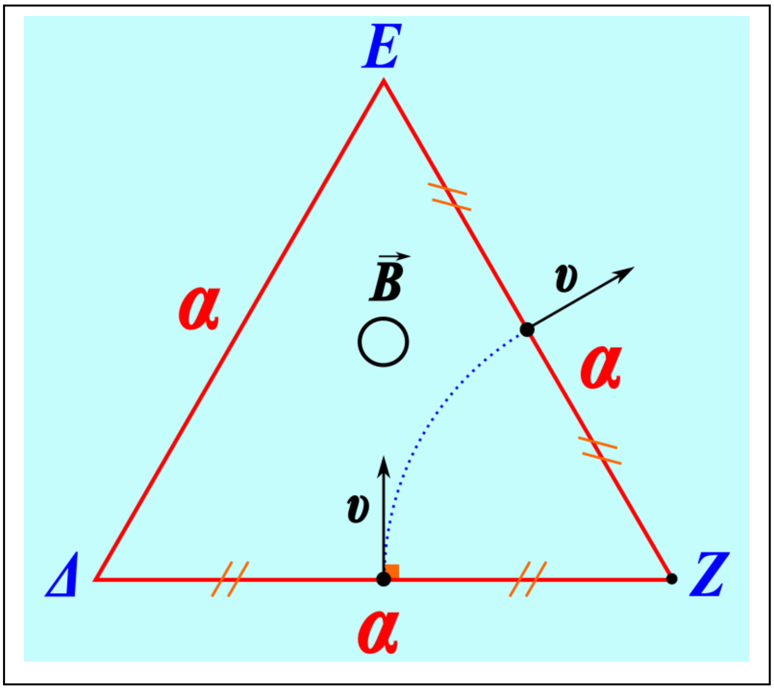
Κίνηση φορτισμένου σωματιδίου εντός Ο.Μ.Π. (1)

Το ομογενές μαγνητικό πεδίο, χρονικά σταθερής έντασης μέτρου $B = 10^{-5}T$ του διπλανού σχήματος, έχει τομή ισοπλεύρου τριγώνου πλευράς α = 0,18 cm. Οι μαγνητικές του γραμμές είναι κάθετες προς το τρίγωνο και η φορά τους δεν έχει σημειωθεί. Ένα ηλεκτρόνιο μπαίνει στο πεδίο κάθετα από το μέσο μια πλευράς (ΔΖ) κι εξέρχεται από το μέσο μιας άλλης.



1)Να προσδιορίσετε την φορά του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$.

2) Να αποδείξετε πως το ηλεκτρόνιο εξέρχεται κάθετα προς την πλευρά ΕΖ. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του ηλεκτρονίου κατά την διάρκεια της κίνησής του εντός του μαγνητικού πεδίου.

3) Να υπολογίσετε την χρονική διάρκεια της κίνησης του ηλεκτρονίου εντός του πεδίου.

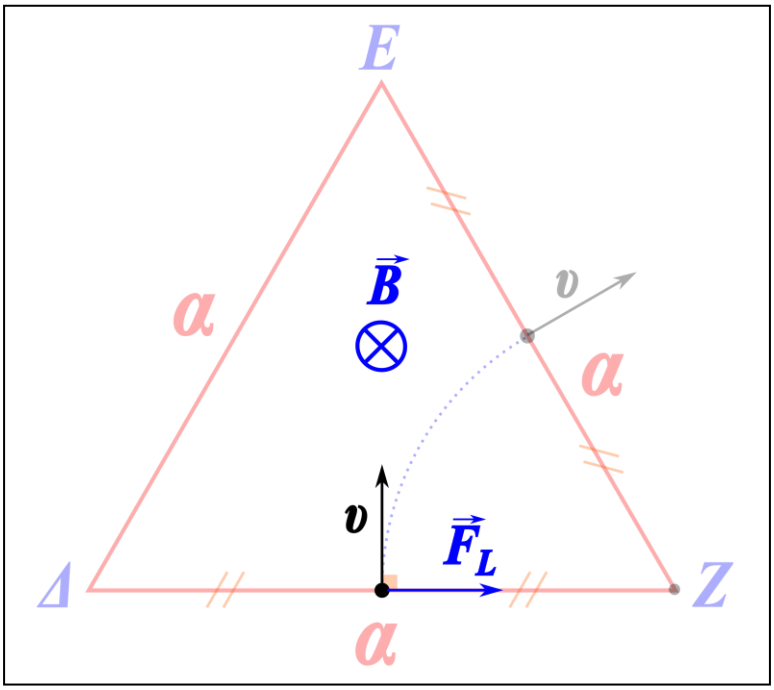
4) Να υπολογίσετε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του ηλεκτρονίου κατά την διάρκεια της κίνησής του εντός του Ο.Μ.Πεδίου.

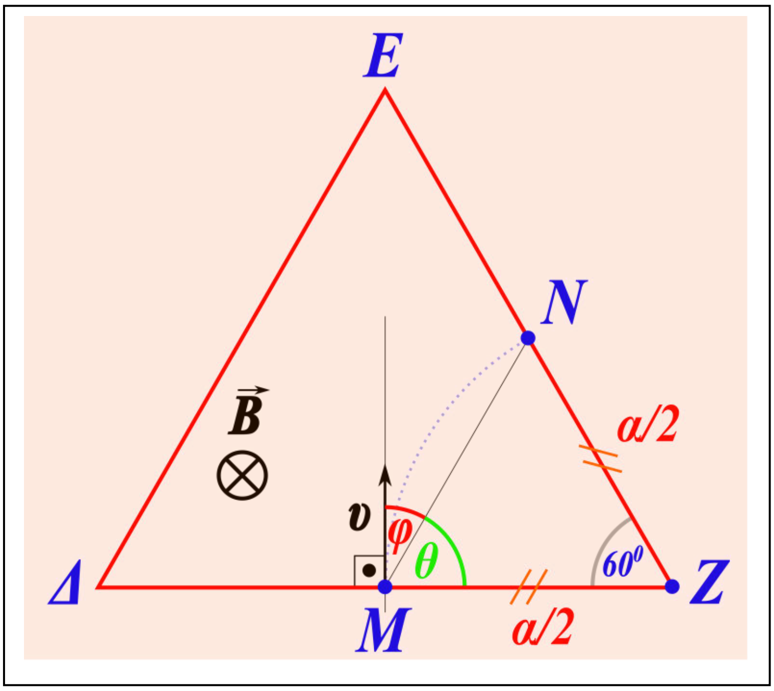
Δίνονται: . $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}C$, $m_e = 9 \cdot 10^{-31}kg$.

Απάντηση:

1) Η δύναμη Lorentz είναι κάθετη τόσο προς την $\vec{υ}$ όσο και προς το $\vec{B}$ με κατεύθυνση προς το κέντρο της κυκλικής τροχιάς, όπως φαίνεται και στο διπλανό σχήμα.

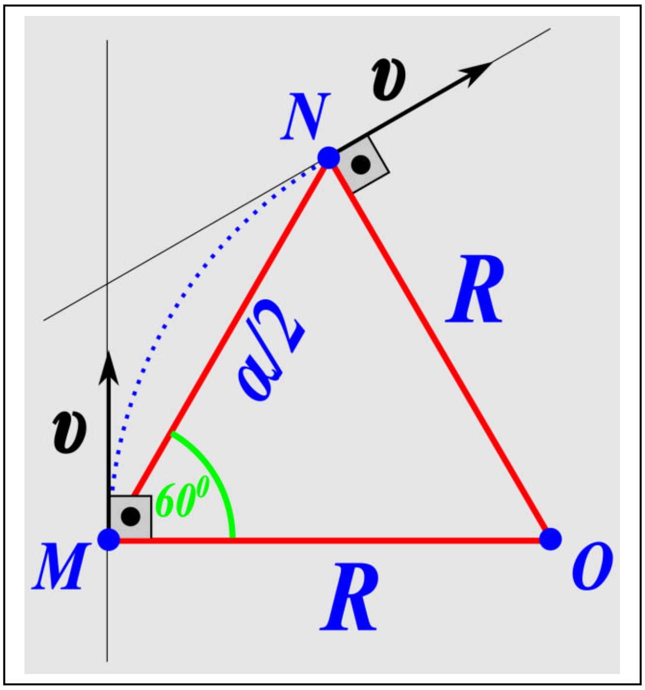
Από κανόνα τριών δακτύλων του δεξιού χεριού, εύκολα βρίσκουμε πως η κατεύθυνση του $\vec{B}$ είναι από τον αναγνώστη προς το εσωτερικό της σελίδας.





2) Τα σημεία Μ και Ν εισόδου – εξόδου είναι μέσα των ΔΖ και ΕΖ , άρα: ΜΖ = ΖΝ = $\frac{\alpha}{2}$ *⇒το τρίγωνο ΜΖΝ είναι ισοσκελές με γωνία* $\hat{Z} = 60^0$ ⇒ *ισόπλευρο* ⇒ $\boldsymbol{\hat{\theta} = 60^0}$ ⇒

$\boldsymbol{\hat{\varphi} = 30^0}$ ***και ΜΝ =*** $\frac{\alpha}{2}$ ***(1)***



Έστω ***Ο το κέντρο της κυκλικής τροχιάς****. Οι ακτίνες που αντιστοιχούν στα Μ και Ν, πρέπει να είναι κάθετες προς τις ταχύτητες εισόδου και εξόδου. Άρα ,* ***το Ο βρίσκεται «κάπου» πάνω στην ευθεία ΜΖ****. Όμως, το τρίγωνο ΜΝΟ είναι ισοσκελές , αφού ΟΜ=ΟΝ =R , αλλά με* $\boldsymbol{\hat{\theta} = O\hat{M}N = 60^0}$ ***είναι ισόπλευρο****, άρα* ***ΟΜ=ΟΝ =R=ΜΝ=*** $\frac{\alpha}{2}$ ⇒ ***το κέντρο Ο της κυκλικής τροχιάς ταυτίζεται με την κορυφή Ζ του τριγώνου ΔΖΕ.***

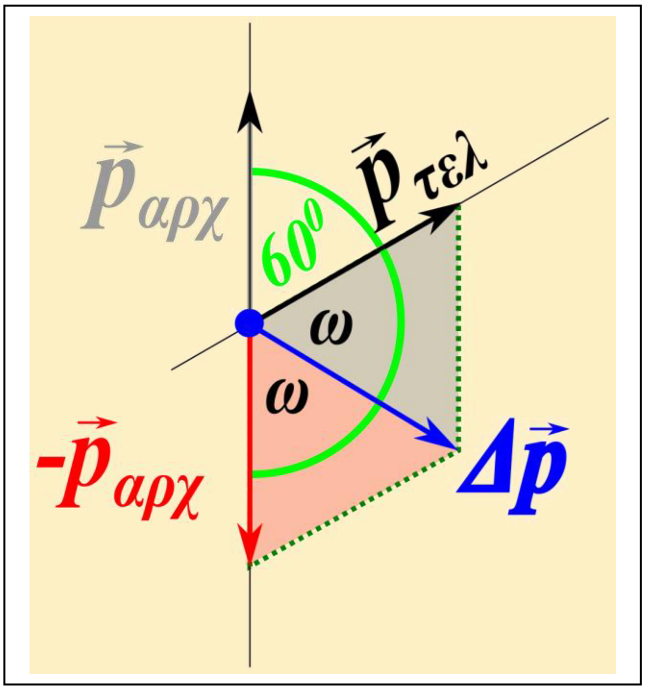
Προφανώς, αφού η ταχύτητα εξόδου είναι κάθετη προς την R=ON ακτίνα εξόδου, θα είναι κάθετη και προς το ΝΖ, άρα και προς την ΕΖ.

$$R = \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \frac{m_e \upsilon}{B|q_e|} = \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \upsilon = \frac{B|q_e|\alpha}{2m_e} \Rightarrow \upsilon = \frac{10^{-5}\cdot\ 1{,}6\cdot\ 10^{-19}\cdot 18\cdot 10^{-4}}{2\cdot 9\cdot 10^{-31}} \Rightarrow \boldsymbol{\upsilon = 1{,}6\cdot\ 10^3\ m/s} \quad (2)$$

3) Αφού το ηλεκτρόνιο βγαίνοντας από το σημείο Ν έχει διαγράψει γωνία $\boldsymbol{M\hat{O}N = 60^0}$ *, όπως αποδείξαμε νωρίτερα κρατώντας το μέτρο της ταχύτητάς του σταθερό (* $\vec{F}_L \perp \vec{\upsilon} \Rightarrow W_{\vec{F}_L} = 0 = \Delta K$ *), εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με απαιτούμενο χρόνο κίνησης:*

$$\Delta t = \frac{T}{6} \Rightarrow \Delta t = \frac{2\pi m_e}{6B|q_e|} \Rightarrow \boldsymbol{\Delta t = \frac{15\pi}{8} \cdot 10^{-7}(s)} \qquad (3)$$

4) Το διάνυσμα $\vec{p}_{\alpha\rho\chi}$ «έστριψε» προς $\vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda}$ κατά 60^0, όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα μέτρα $\vec{p}_{\alpha\rho\chi}$,$\vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda}$ προφανώς ίσα, το παρ/μο της σύνθεσης $\vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda}$ και $-\vec{p}_{\alpha\rho\chi}$ είναι ρόμβος άρα η



$\Delta\vec{p} = \vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda} + (-\vec{p}_{\alpha\rho\chi})$ *διχοτόμος γωνίας 180^0-60^0=120^0 (4)*

Άρα , η γωνία μεταξύ $\vec{p}_{\tau\varepsilon\lambda}$ και $-\vec{p}_{\alpha\rho\chi}$, θα είναι:

$$2\omega = 120^0 \Rightarrow \omega = 60^0 \qquad (5)$$

Συνεπώς , τα σκιασμένα τρίγωνα είναι ισόπλευρα και

$$|\Delta\vec{p}| = p_{\alpha\rho\chi} = p_{\tau\varepsilon\lambda} = m_e\upsilon = 9 \cdot 10^{-31} \cdot 1{,}6 \cdot 10^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boldsymbol{|\Delta\vec{p}| = 14{,}4 \cdot 10^{-28} \ kg \cdot m/s} \qquad (6)$$

christoforoskatsileros@gmail.com