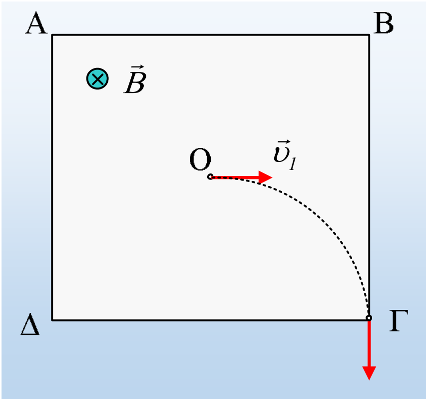
Μια διάσπαση σωματιδίου.



Η τομή ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου είναι τετράγωνο ΑΒΓΔ. Στο κέντρο Ο του τετραγώνου ηρεμεί ένα αφόρτιστο σωματίδιο Α μάζας m. Σε μια στιγμή το σωματίδιο Α διασπάται σε δυο άλλα σωματίδια Κ και Λ. Το σωματίδιο Κ με μάζα $m_1 = \frac{1}{4}$ m αποκτά ταχύτητα υ_1 και εξέρχεται από το πεδίο, από την κορυφή Γ κάθετα στην πλευρά ΓΔ, όπως στο σχήμα.

i) Το σωματίδιο Κ φέρει:

α) θετικό φορτίο +q, β) αρνητικό φορτίο –q γ) δεν έχει φορτίο.

ii) Το σωματίδιο Λ φέρει:

α) θετικό φορτίο +q, β) αρνητικό φορτίο –q γ) είναι αφόρτιστο.

iii) Για τις ακτίνες των κυκλικών τροχιών των δύο σωματιδίων ισχύει:

α) $R_1 < R_2$, β) $R_1 = R_2$ γ) $R_1 > R_2$.

iv) Για τις περιόδους των δύο σωματιδίων έχουμε:

α) $T_1 < T_2$, β) $T_1 = T_2$ γ) $T_1 > T_2$.

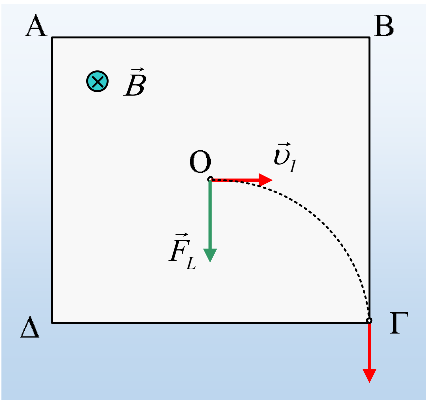
v) Να χαράξετε την τροχιά του σωματιδίου Λ στο μαγνητικό πεδίο.

vi) Αν t_1 το χρονικό διάστημα κίνησης του σωματιδίου Κ στο πεδίο, τότε το αντίστοιχο χρονικό διάστημα για το σωματίδιο Λ είναι:

α) $t_2 = 1/3\ t_1$ β) $t_2 = t_1$ γ) $t_2 = 3t_1$.

Οι δυνάμεις Coulomb μεταξύ των σωματιδίων θεωρούνται αμελητέες.

Απάντηση:



i) Το σωματίδιο Κ κινήθηκε καμπυλόγραμμα (και με βάση την θεωρία μας σε κυκλική τροχιά), επειδή δέχτηκε δύναμη F_L από το μαγνητικό πεδίο, κάθετη στην ταχύτητα, όπως στο διπλανό σχήμα. Αλλά τότε με τον κανόνα των τριών δακτύλων βρίσκουμε ότι το σωματίδιο φέρει αρνητικό φορτίο.

Σωστό το β)

ii) Με βάση την αρχή διατήρησης του φορτίου το άθροισμα των φορτίων των δύο σωματιδίων είναι ίσο με το φορτίο αρχικά του σωματιδίου Α. Τότε:

$$q_1 + q_2 = 0 \rightarrow q_2 = -q_1 \quad (1)$$

Αλλά αφού το $q_1 < 0$, τότε το $q_2 > 0$. Σωστό το α).

iii) Η διάσπαση του σωματιδίου Α στα σωματίδια Κ και Λ, οφείλεται σε κάποιες (άγνωστες) εσωτερικές δυνάμεις, συνεπώς η ορμή παραμένει σταθερή.

$$\vec{P}_{\pi\rho} = \vec{P}_{\mu\varepsilon\tau} \rightarrow m \cdot 0 = m_1\upsilon_1 + m_2\upsilon_2 \rightarrow m_1\upsilon_1 = -m_2\upsilon_2 \quad (2)$$

Αλλά η ακτίνες των δύο σωματιδίων είναι:

$$R_1 = \frac{m|\upsilon_1|}{B|q_1|} \text{ και } R_2 = \frac{m|\upsilon_2|}{B|q_2|}$$

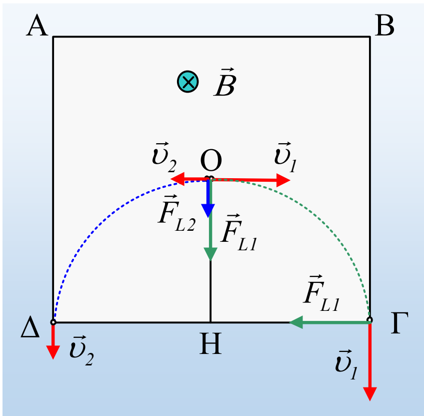
Αλλά με βάση τις (1) και (2) έχουμε ότι $R_1=R_2$. Σωστή η σχέση β).

iv) Για την περίοδο του σωματιδίου ισχύει:

$$T = \frac{2\pi m}{B|q|}$$

Και αφού τα σωματίδια έχουν κατ' απόλυτο τιμή ίσα φορτία, αλλά m_1= ¼ m, οπότε m_2= ¾ m=$3m_1$, προκύπτει ότι το σωματίδιο Λ θα έχει τριπλάσια περίοδο από το Κ. Σωστό το α).

v) Με βάση τα προηγούμενα το σωματίδιο Λ έχει ταχύτητα υ_2 αντίθετης φοράς από την υ_1 δέχεται δύναμη, όπως στο σχήμα και διαγράφει κύκλο ίσης ακτίνας, οπότε εξέρχεται από το πεδίο από την κορυφή Δ. Το κέντρο του κύκλου που διαγράφει το Κ σωματίδιο είναι το μέσον Η της ΓΔ, αφού η δύναμη Lorentz κατευθύνεται προς το κέντρο, τόσο στην αρχική θέση Ο, όσο και στην θέση Γ, οπότε εκεί που τέμνονται οι διευθύνσεις των δύο ακτίνων, θα είναι το κέντρο της κυκλικής τροχιάς. Αλλά την ίδια ακτίνα έχει και ο κύκλος που διαγράφει και το σωματίδιο Λ, συνεπώς θα διαγράφει τον ίδιο κύκλο και θα εξέρχεται από την κορυφή Δ, επίσης κάθετα στην ΓΔ.



vi) Από την σχέση (2) παίρνουμε: $m_1\upsilon_1 = -m_2\upsilon_2 \rightarrow \frac{1}{4}m|\upsilon_1| = \frac{3}{4}m|\upsilon_2|$ ή

$$|\upsilon_2| = \frac{1}{3}|\upsilon_1|$$

Το χρονικό διάστημα κίνησης του σωματιδίου Κ στο μαγνητικό πεδίο είναι $t_1 = \frac{S_{O\Gamma}}{\upsilon_1}$ ενώ αντίστοιχα:

$$t_2 = \frac{S_{O\Delta}}{\upsilon_2} = \frac{S_{O\Gamma}}{\frac{1}{3}\upsilon_1} = 3\frac{S_{O\Gamma}}{\upsilon_1} = 3t_1$$

Σωστή η γ) πρόταση

Σχόλιο:

Ο χρόνος κίνησης μέσα στο πεδίο είναι ίσος με το ¼ της περιόδου κάθε σωματιδίου. Αλλά τότε;

$$t_1 = \frac{1}{4}\frac{2\pi m_1}{B|q|} = \frac{1}{8}\frac{\pi m}{B|q|} \text{ ενώ } t_2 = \frac{1}{4}\frac{2\pi m_2}{B|q|} = \frac{3}{8}\frac{\pi m}{B|q|} = 3t_1$$

dmargaris@gmail.com