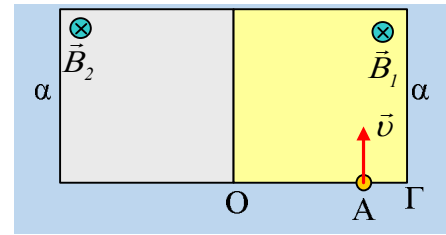


Η είσοδος και έξοδος του σωματιδίου από δύο πεδία

Στο σχήμα βλέπετε τις τομές δύο ομογενών μαγνητικών πεδίων, σχήματος τετραγώνων πλευράς $\alpha=0,4\text{m}$, με εντάσεις κάθετες στο επίπεδο της σελίδας και μέτρα $B_1=0,1\text{T}$ και $B_2=0,3\text{T}$. Μια στιγμή ένα σωματίδιο με ειδικό φορτίο $q/m=10^4\text{C/kg}$, εισέρχεται στο πεδίο έντασης B_1 με ταχύτητα $v=300\text{m/s}$, κάθετα στην πλευρά ΟΓ του πεδίου, στο σημείο Α, όπου $(ΑΓ)=0,1\text{m}$.

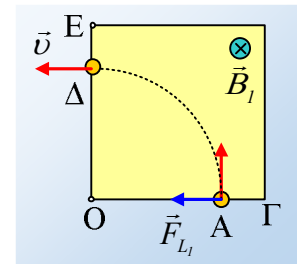


- i) Να σχεδιάσετε την πορεία του σωματιδίου, μέχρι να βγει από τον χώρο των δύο πεδίων, στο σημείο Μ.
- ii) Να υπολογιστεί η απόσταση (ΑΜ), καθώς και η συνολική μεταβολή της ορμής του σωματιδίου, κατά το πέρασμά του από τα πεδία.
- iii) Πόσο χρόνο διαρκεί η παραπάνω κίνηση του σωματιδίου;

Απάντηση:

i) Το σωματίδιο στην θέση Α θα δεχτεί δύναμη Laplace, όπως στο σχήμα, με αποτέλεσμα να κινηθεί σε κυκλική τροχιά, όπου το κέντρο της θα βρίσκεται πάνω στην πλευρά ΟΓ (ή στην προέκτασή της) και με ακτίνα:

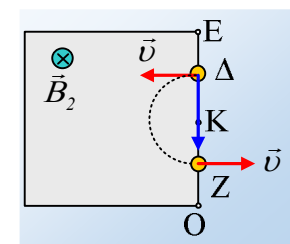
$$R_1 = \frac{mv}{qB_1} = \frac{v}{B_1 \frac{q}{m}} = \frac{300}{0,1 \cdot 10^4} \text{m} = 0,3\text{m}$$



Αλλά $0,3\text{m}$ απέχει το σημείο Α από την κορυφή Ο του τετραγώνου, συνεπώς το κέντρο του κύκλου είναι το σημείο Ο, οπότε το σωματίδιο θα διαγράψει τεταρτοκύκλιο και θα μπει στο 2^ο πεδίο, από το σημείο Δ, με ταχύτητα κάθετη στην πλευρά ΟΕ.

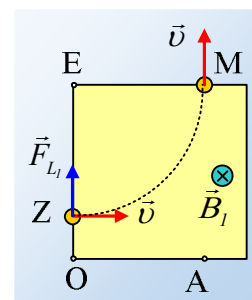
Στο δεύτερο πεδίο, το σωματίδιο θα δεχτεί δύναμη, όπως στο διπλανό σχήμα και θα διαγράψει κύκλο ακτίνας R_2 , όπου

$$R_2 = \frac{mv}{qB_2} = \frac{v}{B_2 \frac{q}{m}} = \frac{300}{0,3 \cdot 10^4} \text{m} = 0,1\text{m}$$

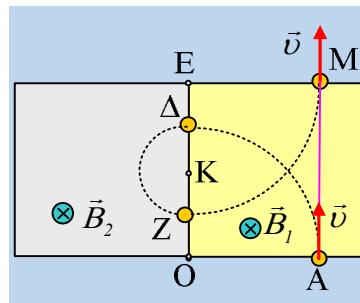


Αλλά λαμβάνοντας υπόψη μας ότι $(\Delta O)=0,3\text{m}$, τότε το σωματίδιο θα διαγράψει ημικύκλιο, κέντρου Κ και θα επιστρέψει με ταχύτητα v , ξανά στο πεδίο έντασης B_1 , στο σημείο Ζ, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, όπου $(\Delta Z)=0,2\text{m}$ ή $(ZO)=0,1\text{m}$.

Στο πρώτο πεδίο το σωματίδιο θα διαγράψει ξανά κυκλική τροχιά ακτίνας $R_1=0,3\text{m}$, συνεπώς με κέντρο το σημείο Ε, οπότε θα κινηθεί σε τεταρτοκύκλιο και θα εξέλθει από το πεδίο από το σημείο Μ σε απόσταση $(EM)=0,3\text{m}$, όπως στο διπλανό σχήμα.



Τοποθετώντας όλα τα παραπάνω στο ίδιο σχήμα, θα έχουμε την εικόνα του παρακάτω σχήματος:



ii) Με βάση το σχήμα είναι φανερό ότι η AM είναι παράλληλη στην EO συνεπώς $(AM)=a=0,4\text{m}$, ενώ το σωματίδιο έχει την ίδια ταχύτητα (μέτρο και κατεύθυνση) στις θέσεις A και M, οπότε:

$$\Delta\vec{p}_{AM} = \vec{p}_M - \vec{p}_A = m\vec{v} - m\vec{v} = 0$$

iii) Η συνολική κίνηση αποτελείται από δύο τεταρτοκύκλια στο πεδίο έντασης B_1 και ένα ημικόκλιο στο πεδίο έντασης B_2 , οπότε ο συνολικός χρόνος θα είναι ίσος:

$$t_{ολ} = 2t_1 + t_2 = 2\frac{T_1}{4} + \frac{T_2}{2} = \frac{1}{2}(T_1 + T_2) = \frac{1}{2}\left(\frac{2\pi m}{qB_1} + \frac{2\pi m}{qB_1}\right) \rightarrow$$

$$t_{ολ} = \frac{\pi}{q/m}\left(\frac{1}{B_1} + \frac{1}{B_1}\right) = \frac{\pi}{10^4}\left(\frac{1}{0,1} + \frac{1}{0,3}\right) \text{ s} = \frac{4\pi}{3} 10^{-3} \text{ s}$$

dmargaris@gmail.com