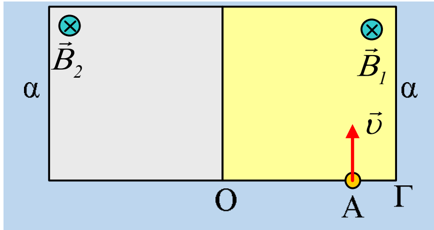
Η είσοδος και έξοδος του σωματιδίου από δύο πεδία



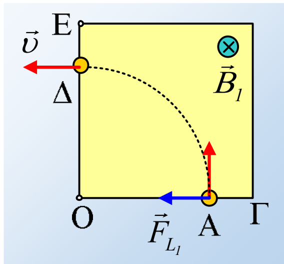
Στο σχήμα βλέπετε τις τομές δύο ομογενών μαγνητικών πεδίων, σχήματος τετραγώνων πλευράς α=0,4m, με εντάσεις κάθετες στο επίπεδο της σελίδας και μέτρα B_1=0,1T και B_2=0,3T. Μια στιγμή ένα σωματίδιο με ειδικό φορτίο q/m=10^4C/kg, εισέρχεται στο πεδίο έντασης B_1 με ταχύτητα υ=300m/s, κάθετα στην πλευρά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

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:

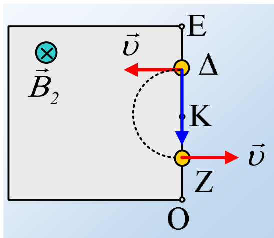


i) Το σωματίδιο στην θέση Α θα δεχτεί δύναμη Laplace, όπως στο σχήμα, με αποτέλεσμα να κινηθεί σε κυκλική τροχιά, όπου το κέντρο της θα βρίσκεται πάνω στην πλευρά ΟΓ (ή στην προέκτασή της) και με ακτίνα:

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

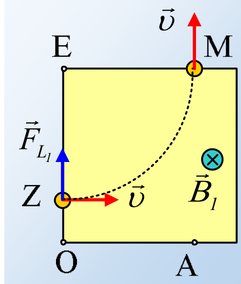
Αλλά 0,3m απέχει το σημείο Α από την κορυφή Ο του τετραγώνου, συνεπώς το κέντρο του κύκλου είναι το σημείο Ο, οπότε το σωματίδιο θα διαγράψει τεταρτοκύκλιο και θα μπει στο 2^{ο} πεδίο, από το σημείο Δ, με ταχύτητα κάθετη στην πλευρά ΟΕ.

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



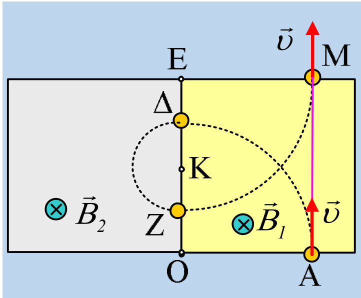
$$R_2 = \frac{m\upsilon}{qB_2} = \frac{\upsilon}{B_2 \, q/m} = \frac{300}{0,3\cdot 10^4} m = 0,1m$$

Αλλά λαμβάνοντας υπόψη μας ότι (ΔΟ)=0,3m, τότε το σωματίδιο θα διαγράψει ημικύκλιο, κέντρου Κ και θα επιστρέψει με ταχύτητα υ, ξανά στο πεδίο έντασης B_1, στο σημείο Ζ, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, όπου (ΔΖ)=0,2m ή (ΖΟ)=0,1m.



Στο πρώτο πεδίο το σωματίδιο θα διαγράψει ξανά κυκλική τροχιά ακτίνας R_1=0,3m, συνεπώς με κέντρο το σημείο Ε, οπότε θα κινηθεί σε τεταρτοκύκλιο και θα εξέλθει από το πεδίο από το σημείο Μ σε απόσταση (ΕΜ)=0,3m, 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 ΑΜ είναι παράλληλη στην ΕΟ συνεπώς (ΑΜ)=α=0,4m, ενώ το σωματίδιο έχει την ίδια ταχύτητα (μέτρο και κατεύθυνση) στις θέσεις Α και Μ, οπότε:

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

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

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

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

dmargaris@gmail.com