

ΘΕΜΑ 4

4.1. Η μαγνητική δύναμη (Lorentz) στο σωματίδιο παίζει τον ρόλο κεντρομόλου δύναμης και στο σημείο A έχει κατεύθυνση προς τα δεξιά (προς το κέντρο του κύκλου). Εφαρμόζοντας τον κανόνα του τριών δακτύλων του δεξιού χεριού βλέπουμε εύκολα πως (για τον μέσο προς τα δεξιά και τον δείκτη προς τη σελίδα) ικανοποιείται μόνο αν ο αντίχειρας δείχνει αντίθετα από την ταχύτητα, άρα το φορτίο του σωματιδίου είναι αρνητικό.

Μονάδες 5

4.2. Η μαγνητική δύναμη (Lorentz) παίζει τον ρόλο κεντρομόλου δύναμης, άρα

$$\frac{mv^2}{R} = Bv|q|$$

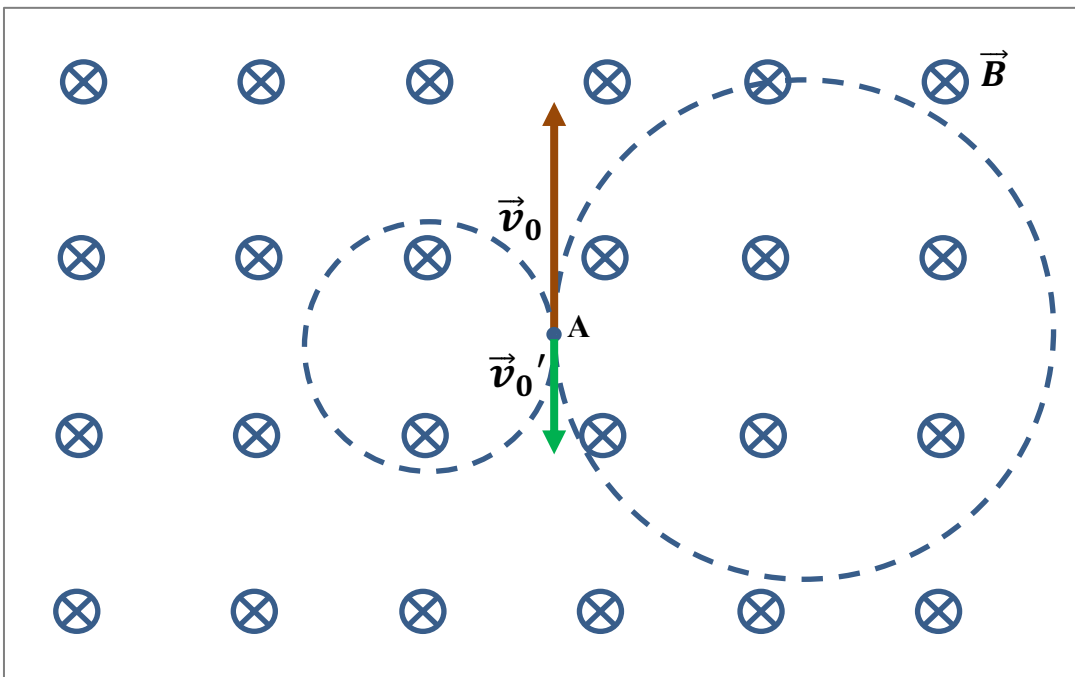
$$|q| = \frac{mv}{BR} = \frac{(10^{-10} \text{ kg})(5 \times 10^4 \text{ m/s})}{(1 \text{ T})(0,2 \text{ m})} = 2,5 \times 10^{-5} \text{ C}$$

Μονάδες 5

4.3. Η μαγνητική δύναμη (Lorentz) παίζει τον ρόλο κεντρομόλου δύναμης, άρα

$$\frac{mv^2}{R} = Bv|q| \Leftrightarrow R = \frac{mv}{B|q|}$$

Εφόσον το σωματίδιο εισέρχεται με την μισή ταχύτητα, η ακτίνα του κύκλου θα είναι η μισή. Επιπλέον, με βάση τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού, η μαγνητική δύναμη στο νέο σωματίδιο θα έχει κατεύθυνση προς τα αριστερά, άρα η κυκλική τροχιά αυτού θα εκτελεστεί προς τα αριστερά.



Μονάδες 6

4.4. Για την ακτίνα της κυκλικής τροχιάς ισχύει $R = \frac{mv}{B|q|}$. Για ομαλή κυκλική κίνηση ισχύει επίσης $v = \frac{2\pi R}{T}$, όπου T η περίοδος της κυκλικής κίνησης. Από τους δύο τύπους προκύπτει

$$T = \frac{2\pi m}{B|q|} = \frac{2\pi(10^{-10} \text{ kg})}{(1 \text{ T})(2,5 \times 10^{-5} \text{ C})} = 8\pi 10^{-6} \text{ s}$$

Για να καλύψει ένα τεταρτοκύκλιο, έως το σημείο B, το σωματίδιο χρειάζεται χρονικό διάστημα $\Delta t = \frac{T}{4} = 2\pi 10^{-6} \text{ s}$

Για να υπολογίσουμε τη μέση δύναμη:

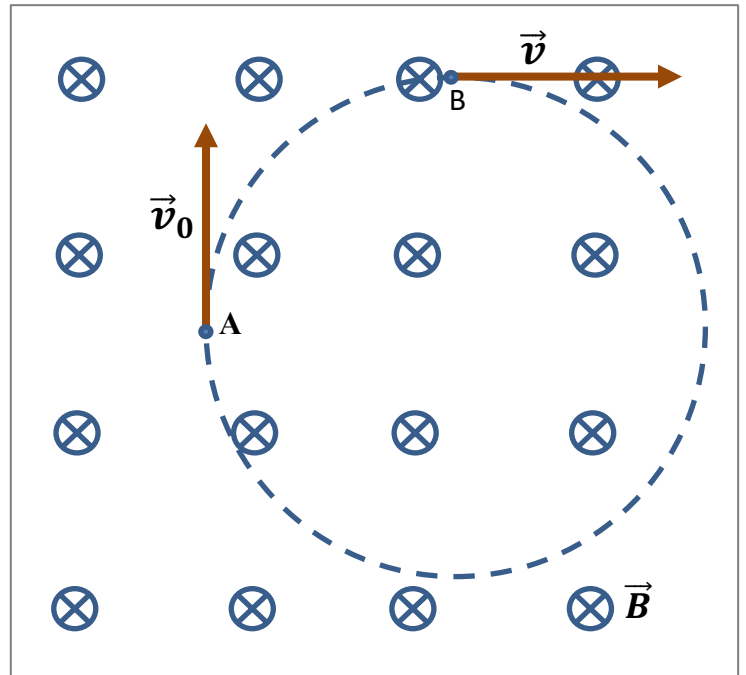
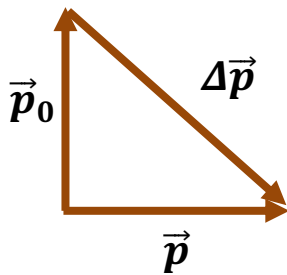
$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

υπολογίζουμε τη μεταβολή της ορμής:

Η ορμή \vec{p}_0 στο σημείο A έχει μέτρο $p_0 = mv_0 = (10^{-10} \text{ kg})(5 \times 10^4 \text{ m/s}) = 5 \times 10^{-6} \text{ kg m/s}$

Η ορμή \vec{p} στο σημείο B έχει ίδιο μέτρο $p = 5 \times 10^{-6} \text{ kg m/s}$, αφού η κίνηση είναι κυκλική ομαλή, ή επειδή η F_L είναι διαρκώς κάθετη στην ταχύτητα.

Η μεταβολή $\Delta \vec{p}$ της ορμής έχει μέτρο $\Delta p = \sqrt{p^2 + p_0^2} = 5\sqrt{2} \times 10^{-6} \text{ kg m/s}$



Το μέτρο της μέσης δύναμης είναι

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{5\sqrt{2} \times 10^{-6} \text{ kg m/s}}{2\pi 10^{-6} \text{ s}} = \frac{5\sqrt{2}}{2\pi} \text{ N} \cong 1,1 \text{ N}$$

Η μέση δύναμη έχει κατεύθυνση προς το κέντρο του κύκλου και σχηματίζει γωνία 45° με την οριζόντια (το σχηματιζόμενο τρίγωνο είναι ισοσκελές ορθογώνιο).

Μονάδες 9