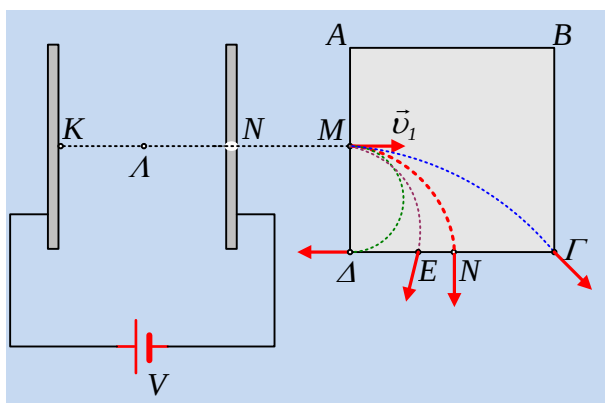


Μετά το ηλεκτρικό πεδίο συνεχίζει σε μαγνητικό!



Στο σχήμα, αφήνεται ένα φορτισμένο σωματίδιο στη θέση K, πολύ κοντά στην αριστερή επίπεδη πλάκα, το οποίο επιταχύνεται και φτάνοντας στην δεξιά πλάκα, συναντά μια μικρή οπή, από όπου συνεχίζει την κίνησή του και εισέρχεται σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο με δυναμικές γραμμές κάθετες στο επίπεδο της σελίδας, η τομή του οποίου ABΓΔ είναι τετράγωνο πλευράς a . Η είσοδος πραγματοποιείται από το μέσον M της πλευράς AD και η έξοδός του από το μέσον N της πλευράς ΓΔ, μετά από χρονικό διάστημα t_1 .

- i) Ποιο το πρόσημο του φορτίου που φέρει το σωματίδιο; Να σχεδιάσετε στο σχήμα την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Επαναλαμβάνουμε το πείραμα, αλλά τώρα αφήνουμε το σωματίδιο στο μέσον Λ της απόστασης μεταξύ των δύο παραλλήλων πλακών.

- ii) Το σωματίδιο θα βγει τώρα από το μαγνητικό πεδίο από το σημείο:

α) Δ, β) E, γ) N, δ) Γ.

- iii) Αν t_2 το χρονικό διάστημα που διαρκεί η κίνηση του σωματιδίου στην περίπτωση αυτή, στο μαγνητικό πεδίο, τότε:

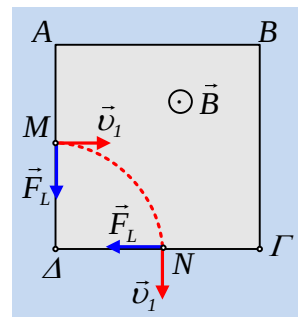
α) $t_2 < t_1$ β) $t_2 = t_1$ γ) $t_2 > t_1$.

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Απάντηση:

- i) Το φορτισμένο σωματίδιο αφήνεται στο σημείο K, πολύ κοντά στον θετικό οπλισμό του επιπέδου πυκνωτή (δύο παράλληλες επίπεδες επιφάνειες) και επιταχύνεται προς τα δεξιά, προς τον αρνητικό οπλισμό, κατά συνέπεια φέρει θετικό φορτίο.

Εξάλλου φτάνοντας στο μαγνητικό πεδίο εκτρέπεται όπως στο σχήμα, αλλά για να συμβαίνει αυτό θα πρέπει να δεχθεί δύναμη Lorentz κάθετη στην ταχύτητα και στην αρχική θέση, με φορά προς τα κάτω. Αλλά τότε από τον κανόνα των τριών δακτύλων προκύπτει ότι η ένταση του μαγνητικού πεδίου, έχει φορά όπως στο σχήμα.



- ii) Στο πρώτο πείραμα το σωματίδιο επιταχύνεται από τάση V , ενώ στο δεύτερο από τάση $\frac{1}{2} V$. Γιατί; Το πεδίο είναι ομογενές, όπου η σχέση που συνδέει τάση και ένταση είναι:

$$E = \frac{V}{x} \rightarrow$$

$$V_{KN} = V = E \cdot \ell \quad \text{και} \quad V_{AN} = E \cdot \frac{\ell}{2} = \frac{1}{2} V$$

Αλλά από το Θ.Μ.Κ.Ε. για την επιταχυνόμενη κίνηση του σωματιδίου μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο παίρνουμε:

$$K_N - K_K = W_{F_{\eta\lambda}} \rightarrow \frac{1}{2} m v_1^2 = qV \quad (1) \text{ και}$$

$$K_N - K_A = W_{F_{\eta\lambda}} \rightarrow \frac{1}{2} m v_2^2 = q \frac{V}{2} \quad (2)$$

Με διαίρεση κατά μέλη παίρνουμε:

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{\frac{V}{2}}{V} \rightarrow v_2 = \frac{v_1}{\sqrt{2}} \approx 0,7 v_1$$

Αλλά για τις ακτίνες των κυκλικών τροχιών που διαγράφει το σωματίδιο στο μαγνητικό πεδίο ισχύουν:

$$R_1 = \frac{m v_1}{Bq} \quad \text{και} \quad R_2 = \frac{m v_2}{Bq} = \frac{m \cdot 0,7 v_1}{Bq} = 0,7 R_1$$

Τη δεύτερη φορά λοιπόν θα διαγράψει κύκλο μικρότερης ακτίνας, συνεπώς η τροχιά του θα είναι τέτοια που να εξέλθει από το πεδίο ή από το σημείο E ή από την κορυφή Δ.

Αν όμως εξέρχεται από την κορυφή Δ, τότε διαγράφει ημικύκλιο με ακτίνα $R_A = \frac{(M\Delta)}{2} = \frac{a}{4}$, ενώ

στο πρώτο πείραμα που το σωματίδιο εξέρχεται από το μέσον N της πλευράς ΓΔ, διαγράφει κύκλο ακτίνας $R_1 = \frac{1}{2} a$, οπότε $R_2 = 0,7 R_1 = 0,35 a > R_A$ και το σωματίδιο εξέρχεται από το σημείο E.

Σωστή η β) εκδοχή.

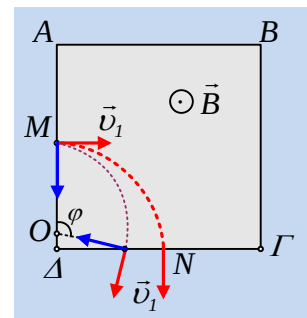
- iii) Ο χρόνος που διαρκεί η κίνηση του σωματιδίου μέσα στο πεδίο εξαρτάται από την επίκεντρη γωνία που διαγράφει μέσα στο πεδίο. Πράγματι αν ω η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του θα έχουμε:

$$\omega = \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{\vartheta}{t} \rightarrow t = \frac{\vartheta}{\omega} = \frac{\vartheta}{2\pi} T = \frac{\vartheta}{2\pi} \cdot \frac{2\pi m}{Bq} = \frac{m}{Bq} \cdot \vartheta$$

Αλλά στο πρώτο πείραμα το σωματίδιο διαγράφει ένα τεταρτοκύκλιο κέντρου Δ και ο χρόνος κίνησής του θα είναι $t_1 = \frac{m}{Bq} \cdot \vartheta = \frac{m}{Bq} \cdot \frac{\pi}{2}$, ενώ

στο δεύτερο πείραμα η επίκεντρη γωνία είναι η αμβλεία γωνία φ , οπότε:

$$t_2 = \frac{m}{Bq} \cdot \varphi > \frac{m}{Bq} \cdot \vartheta = t_1$$



Σωστή η γ) πρόταση.

Σημείωση:

Για να βρούμε το κέντρο της κυκλικής τροχιάς φέρνουμε κάθετες στην ταχύτητα στο σημείο εισόδου και στο σημείο εξόδου. Το σημείο τομής τους, είναι το κέντρο Ο της κυκλικής τροχιάς με ακτίνα $R_2 = 0,35a$.

dmargaris@sch.gr