

ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΕΡΓΑΣΙΑ 9

ΚΙΝΗΣΗ ΣΕ ΟΜΟΓΕΝΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΜΕ ΑΡΧΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΘΕΤΗ ΣΤΗΝ ΕΝΤΑΣΗ

1. Ένα ηλεκτρικό φορτίο q μπαίνει σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης μέτρου E με ταχύτητα u :

- α) Κάθετα στις δυναμικές γραμμές
- β) Παράλληλα στις δυναμικές γραμμές.

Πότε δέχεται τη μεγαλύτερη δύναμη;

Αν η ταχύτητα εισόδου γίνει $2u$, αλλάζει η δύναμη;

2. Δύο οριζόντιες παράλληλες πλάκες που η καθεμία έχει μήκος $d=2\text{cm}$, έχουν τάση $V=100\text{V}$ και απέχουν $L=1\text{cm}$. Ένα ηλεκτρόνιο βάλλεται ανάμεσα στις πλάκες με ταχύτητα μέτρου $u_0=10^7\text{m/s}$ και διεύθυνση κάθετη στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου των πλακών.

α) Προσδιορίστε την κατακόρυφη απόκλιση ℓ και την ταχύτητα (μέτρο-κατεύθυνση) του ηλεκτρονίου τη στιγμή που βγαίνει από τις πλάκες.

β) Αν ένα πέτασμα τοποθετηθεί σε απόσταση $s=90\text{cm}$ δεξιά από τα άκρα των πλακών, σε ποια θέση του πετάσματος θα χτυπήσει το ηλεκτρόνιο;

Δίνονται $e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$, $m_e = 9 \cdot 10^{-31}\text{kg}$. Το πεδίο βαρύτητας παραλείπεται.

($3,5\text{cm}$, $3,68 \cdot 10^7\text{m/s}$, $223,5\text{cm}$ από το σημείο τομής του φορέα της u_0 με το πέτασμα)

3. Τα ηλεκτρόνια μιας δέσμης ηλεκτρονίων κινούνται με ταχύτητα μέτρου $u_0 = 4 \cdot 10^6\text{m/s}$ και εισέρχονται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου. Αν η ένταση του πεδίου είναι $E = 9 \cdot 10^2\text{N/C}$ και εκτείνεται σε περιοχή πλάτους $L=8\text{cm}$ να υπολογίσετε :

α) Το χρόνο που θα απαιτηθεί για τη διέλευση των ηλεκτρονίων από το πεδίο.

β) Την ταχύτητα λίγο πριν την έξοδο των ηλεκτρονίων απ' το πεδίο.

Δίνονται $e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$, $m_e = 9 \cdot 10^{-31}\text{kg}$. Το βάρος παραλείπεται.

($2 \cdot 10^{-8}\text{s}$, $5,1 \cdot 10^6\text{m/s}$)

4. Ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έχει ένταση μέτρου $E=91\text{N/C}$ και εκτείνεται σε περιοχή πλάτους $L = \sqrt{2}\text{cm}$. Υποθέστε ότι ένα ηλεκτρόνιο εισέρχεται στο πεδίο με ταχύτητα μέτρου $u_0=4 \cdot 10^5\text{m/s}$ κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Η μάζα του ηλεκτρονίου είναι $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$ και το φορτίο του είναι $e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$.

- α) Ποια είναι η εξίσωση της τροχιάς του;
- β) Με τη βοήθεια της εξίσωσης της τροχιάς να υπολογίσετε την απόκλιση του ηλεκτρονίου.
- γ) Ποια είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου των ηλεκτρονίων από το πεδίο;

$$[y = 50x^2 \text{ (SI)}, 10^{-2}\text{m}, -0,91\text{V}]$$

5. Σωματίδιο μάζας $m=10^{-6}\text{Kg}$ και φορτίου $|q|=1\mu\text{C}$, εκτοξεύεται τη χρονική στιγμή $t=0$, με ταχύτητα μέτρου $u_0=40\text{m/s}$ οριζόντια μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του οποίου η ένταση έχει διεύθυνση κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω και μέτρο $E=10\text{N/C}$.

α) Να θεωρήσετε σύστημα αξόνων και να βρείτε την εξίσωση τροχιάς του σωματιδίου ως προς αυτό.

β) Να βρείτε την ταχύτητα του σωματιδίου τη χρονική στιγμή $t=1,5\text{s}$.

Τα ερωτήματα να απαντηθούν σε δύο περιπτώσεις αν το φορτίο είναι θετικό και αν το φορτίο είναι αρνητικό. Δίνεται $g = 10\text{m/s}^2$.

6. Σωματίδιο μάζας $m=10^{-6}\text{Kg}$ και φορτίου $q=+1\mu\text{C}$, αφήνεται χωρίς αρχική ταχύτητα τη χρονική στιγμή $t=0$, σε κάποιο σημείο μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του οποίου η ένταση έχει διεύθυνση οριζόντια έστω προς τα δεξιά και μέτρο $E=10\text{N/C}$.

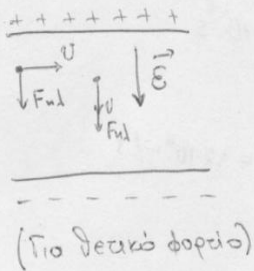
α) Θεωρήστε σύστημα αξόνων που έχει αρχή το σημείο που αφήσαμε το σωματίδιο, άξονα x την κατεύθυνση της έντασης E και άξονα y κατακόρυφο με θετική φορά προς τα κάτω και βρείτε την εξίσωση της τροχιάς του ως προς αυτό το σύστημα αξόνων. Με βάση αυτήν την εξίσωση να βρείτε το είδος της τροχιάς.

β) Να βρείτε το είδος της κίνησης του σωματιδίου και την επιτάχυνση του σε μέτρο και κατεύθυνση.

Δίνεται $g = 10\text{m/s}^2$.

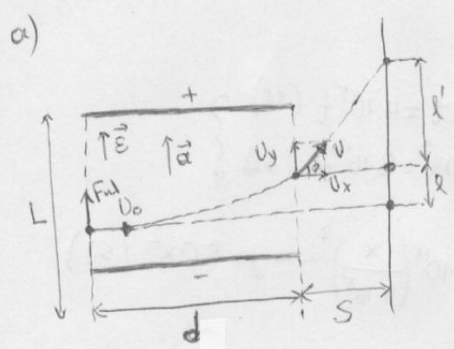
Ενδεικτικές Απαντήσεις

Άσκηση 1



Η δύναμη που δέχεται το ηλεκτρικό φορτίο είναι ανεξάρτητη της ταχύτητας του αφού είναι $F_{m1} = E \cdot |q|$. Άρα σε όλες τις περιπτώσεις που αναφέρονται, είναι η ίδια.

Άσκηση 2



$$E = \frac{V}{L} = \frac{100}{10^{-2}} = 10^4 \text{ N/C}$$

$$F_{m1} = E|q| = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

$$\Sigma F = ma \rightarrow a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{1,6}{9} \cdot 10^{16} \text{ m/s}^2$$

$$d = v_0 t_1 \rightarrow t_1 = \frac{d}{v_0} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{10^7} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ s}$$

$$l = \frac{1}{2} a t_1^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1,6}{9} \cdot 10^{16} \cdot 4 \cdot 10^{-18} = 0,35 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$v_x = v_0 = 10^7 \text{ m/s}, \quad v_y = a t_1 = 0,35 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 3,68 \cdot 10^7 \text{ m/s.}$$

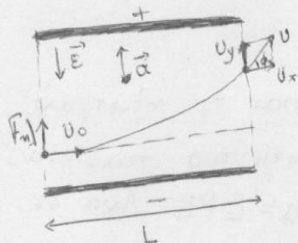
$$\epsilon \phi = \frac{v_y}{v_x} = 0,35$$

*) Αλλιώς $\Delta K = W_{el} \rightarrow$
 $\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = W_{F_{m1}} \rightarrow$
 $\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = F_{m1} \cdot l \rightarrow v = \dots$

β) $s = v_x \cdot t_2 \rightarrow t_2 = 9 \cdot 10^{-8} \text{ s}$

$$l' = v_y \cdot t_2 \rightarrow l' = 0,315 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$l + l' = 0,665 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Άσκηση 3

$$a) \alpha = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{E|q|}{m} = \frac{9 \cdot 10^2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9 \cdot 10^{-31}} = 1,6 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2$$

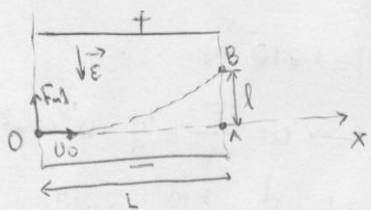
$$L = v_0 t \rightarrow t = \frac{8 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^6} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$b) v_x = v_0 = 4 \cdot 10^6 \text{ m/s}, v_y = \alpha t = 3,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 5,1 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$\epsilon\phi\phi = \frac{v_y}{v_x} = 0,8$$

j ↑

Άσκηση 4

$$a) \left. \begin{aligned} x &= v_0 t = 4 \cdot 10^5 t \text{ (SI)} \\ y &= \frac{1}{2} \alpha t^2 = 8 \cdot 10^{12} t^2 \text{ (SI)} \end{aligned} \right\}$$

$$y = 8 \cdot 10^{12} \left(\frac{x}{4 \cdot 10^5} \right)^2 \rightarrow y = 50 x^2 \text{ (SI)}$$

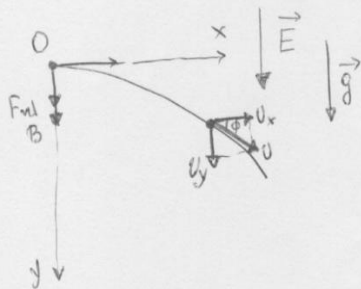
$$\alpha = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{E|q|}{m} = 16 \cdot 10^{12} \text{ m/s}^2$$

b) Για το σημείο B είναι $x=L$ άρα από την εξίσωση προκύπτει

$$\text{είναι } y=l=50L^2=50(\sqrt{2} \cdot 10^2)^2=10^2 \text{ m}$$

$$c) V_{OB} = V_0 - V_B = V_A - V_B = V_{AB}$$

$$V_{BA} = E \cdot l = 0,91 \text{ V} \text{ άρα } V_{AB} = V_{OB} = -0,91 \text{ V.}$$

Άσκηση 5

Av $q > 0$

$$F_{el} = E|q| = 10^{-5} \text{ N}, B = mg = 10^{-5} \text{ N}$$

$$\Sigma F = F_{el} + B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ N}$$

$$\alpha = \frac{\Sigma F}{m} = 20 \text{ m/s}^2$$

$$x = v_0 t = 40t \rightarrow t = \frac{x}{40} \text{ (s)}$$

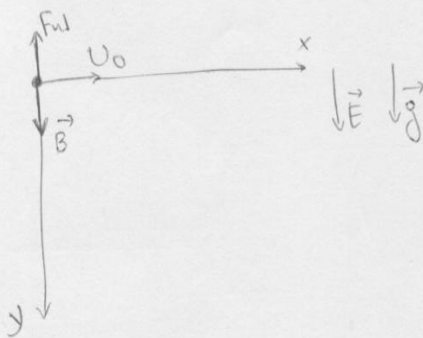
9-3

$$y = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot t^2 \rightarrow y = 10 \left(\frac{x}{40}\right)^2 \rightarrow y = \frac{1}{160} x^2 \text{ (s)}$$

β) $v_x = v_0 = 40 \text{ m/s}$, $v_y = \frac{1}{2} a t^2 = 20 \cdot 1.5 = 30 \text{ m/s}$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 50 \text{ m/s}, \quad \epsilon\phi\phi = \frac{v_y}{v_x} = \frac{3}{4}$$

Αν $q < 0$

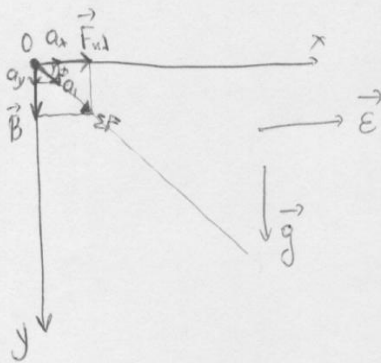


$\Sigma F = 0$ για το σώμα θα κάνει ε.ο.κ. πάνω στον άξονα x , άρα η εξίσωση της τροχιάς του είναι

$$y = 0$$

και η ταχύτητα του σώματος θα είναι συνεχώς $v = 40 \text{ m/s}$.

Άσκηση 6



α) $F_{nl} = E \cdot |q| = 10^{-5} \text{ N}$
 $B = mg = 10^{-5} \text{ N}$

$$a_x = \frac{\Sigma F_x}{m} = \frac{F_{nl}}{m} = 10 \text{ m/s}^2$$

$$a_y = \frac{\Sigma F_y}{m} = g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{1}{2} a_x t^2 \rightarrow x = 5t^2 \text{ (s)} \\ y &= \frac{1}{2} a_y t^2 \rightarrow y = 5t^2 \text{ (s)} \end{aligned} \right\} y = x \text{ (s)}$$

β) Η τροχιά είναι ευθεία. Η επιτάχυνση είναι $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 10\sqrt{2} \text{ m/s}^2$

$$\epsilon\phi\phi = \frac{a_y}{a_x} = 1 \rightarrow \phi = 45^\circ$$

