

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το σωματίδιο (Σ_1) δέχεται δύναμη \vec{F} για την οποία ισχύει:

$$\vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow m_1 \vec{a} = q\vec{E} \quad (1)$$

Για το μέτρο της έντασης του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου και της διαφοράς δυναμικού (που είναι ίση με τη τάση φόρτισης) μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή ισχύει η σχέση

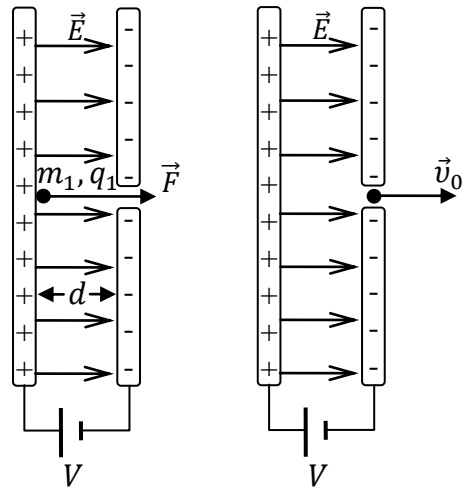
$$E = \frac{V}{d} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) για το μέτρο της επιτάχυνσης έχουμε

$$\alpha = \frac{qV}{m_1 d}$$

και τελικά

$$\alpha = 6,25 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (3)$$



Μονάδες 6

4.2. Το σωματίδιο (Σ_1) εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα. Έχουμε:

$$d = \frac{1}{2} \alpha \Delta t^2 \Rightarrow \Delta t = \sqrt{\frac{2d}{\alpha}} \stackrel{(3)}{\Rightarrow} \Delta t = 16 \cdot 10^{-6} \text{ s} \quad (4)$$

$$\text{και } v_0 = \alpha \Delta t \stackrel{(3),(4)}{\Rightarrow} v_0 = 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Μονάδες 6

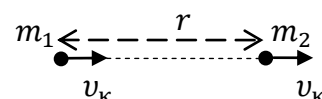
4.3. Αρχικά το σωματίδιο (Σ_2) ήταν ακίνητο. Το σωματίδιο (Σ_1) πλησιάζει το σωματίδιο (Σ_2) έχοντας αρχική ταχύτητα v_0 . Τα δύο σωματίδια έχουν ομώνυμα φορτία και το ένα απωθεί το άλλο με αποτέλεσμα το σωματίδιο (Σ_1) να επιβραδύνεται και το σωματίδιο (Σ_2) να επιταχύνεται. Για όσο χρονικό διάστημα η ταχύτητα του σωματιδίου (Σ_1) είναι μεγαλύτερη αυτής του σωματιδίου (Σ_2) ($v_1 > v_2$), το (Σ_1) θα πλησιάζει το (Σ_2). Κάποια στιγμή οι ταχύτητες των δύο σωματιδίων θα γίνουν ίσες ($v_1 = v_2 = v_k$). Τη στιγμή αυτή τα σωματίδια θα έχουν την ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση. Στη συνέχεια το σωματίδιο (Σ_2) θα εξακολουθεί να επιταχύνεται απομακρυνόμενο από το σωματίδιο (Σ_1) το οποίο θα επιβραδύνεται ($v_1 < v_2$).

Το σύστημα των δύο σωματιδίων είναι μονωμένο. Από την αρχή διατήρησης της ορμής έχουμε:

$$\vec{P}_{\alpha\rho\chi} = \vec{P}_{\tau\epsilon\lambda} \Rightarrow m_1 v_0 = m_1 v_k + m_2 v_k \stackrel{m_1=m_2=m}{\Rightarrow} v_k = \frac{v_0}{2}$$

και τελικά

$$v_k = 5 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Μονάδες 6

4.4. Εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας για το σύστημα των δύο σωματιδίων τη στιγμή που η μεταξύ τους απόσταση έχει γίνει ελάχιστη και επομένως έχουν αποκτήσει κοινή ταχύτητα (ερώτημα 4.3.) έχουμε:

$$K_{αρχ} + U_{αρχ} = K_{τελ} + U_{τελ} \Rightarrow K_{αρχ} + 0 = K_{τελ} + U_{τελ} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_k^2 + \frac{1}{2} m_2 v_k^2 + k_c \frac{q_1 q_2}{r} \xrightarrow{m_1 = m_2 = m, v_k = \frac{v_0}{2}, q_2 = 2q_1}$$

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = 2 \frac{1}{2} m \left(\frac{v_0}{2} \right)^2 + k_c \frac{2q_1^2}{r} \Rightarrow r = \frac{8k_c q_1^2}{m v_0^2}$$

και τελικά

$$r = 18 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

Μονάδες 7