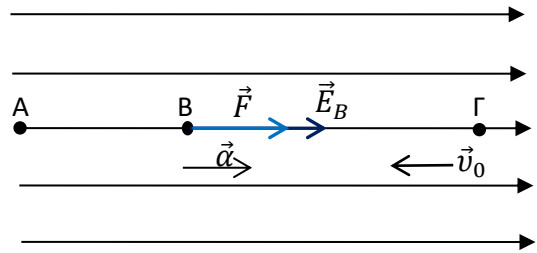


#### ΘΕΜΑ 4

4.1. Η ένταση σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έχει ίδια κατεύθυνση με τις δυναμικές γραμμές, είναι σταθερή και ενδεικτικά το διάνυσμά της έχει σχεδιαστεί στο σημείο Β. Η τιμή της είναι ίση με το πηλίκο της διαφοράς δυναμικού δύο οποιωνδήποτε σημείων του ηλεκτρικού πεδίου προς την απόστασή τους  $x$ , μετρημένη κατά μήκος μιας δυναμικής γραμμής. Οπότε:



$$E = \frac{V}{x} = \frac{V_{AB}}{(AB)} = \frac{600 \text{ V}}{6 \text{ cm}} = 100 \frac{\text{V}}{\text{cm}} \text{ ή } E = 10^4 \text{ V/m}$$

**Μονάδες 3**

Για την διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Α και Γ ισχύει:

$$E = \frac{V}{x} = \frac{V_{AG}}{(AG)} \text{ ή } V_{AG} = E \cdot (AG) \text{ ή } V_{AG} = 1800 \text{ V}$$

**Μονάδες 3**

4.2. Το πρωτόνιο δέχεται σταθερή δύναμη  $\vec{F}$  από το ηλεκτρικό πεδίο με την κατεύθυνση του σχήματος. Η επιτάχυνση έχει πάντα ίδια κατεύθυνση με τη συνισταμένη δύναμη. Εφαρμόζοντας τον 2<sup>ο</sup> νόμο του Newton υπολογίζουμε το μέτρο της επιτάχυνσης του πρωτονίου:

$$F = m \cdot a \text{ ή } E \cdot e = m \cdot a \text{ ή } a = \frac{E \cdot e}{m} = \frac{10^4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-27}} \text{ m/s}^2 \text{ ή } a = 10^{12} \text{ m/s}^2$$

**Μονάδες 5**

4.3. Εφαρμόζουμε το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας από το Γ στο Α απαιτώντας η τελική κινητική ενέργεια να μηδενιστεί, οπότε έχουμε:

$$K_A - K_\Gamma = W_F \text{ ή } 0 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 = -F \cdot (\Gamma A) \text{ ή } \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 = E \cdot e \cdot (\Gamma A) \text{ ή}$$
$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot E \cdot e \cdot (\Gamma A)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 18 \cdot 10^{-2}}{1,6 \cdot 10^{-27}}} \text{ m/s} \text{ ή } v_0 = 6 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

Άρα το πρωτόνιο πρέπει να διέλθει από το σημείο Γ με ταχύτητα μέτρου  $6 \cdot 10^5 \text{ m/s}$  ώστε να ακινητοποιηθεί στιγμιαία στο Α.

**Μονάδες 7**

4.4. Αρχικά (διαδρομή  $\Gamma \rightarrow A$ ) η επιτάχυνση είναι αντίρροπη της ταχύτητας, άρα το πρωτόνιο εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση. Από την εξίσωση της ταχύτητας για την κίνηση και με αντικατάσταση της τιμής της επιτάχυνσης προκύπτει το αντίστοιχο χρονικό διάστημα:

$$v_A = v_0 - a \cdot \Delta t_1 \text{ ή } 0 = v_0 - a \cdot \Delta t_1 \text{ ή } \Delta t_1 = \frac{v_0}{a} = \frac{6 \cdot 10^5}{10^{12}} \text{ s} \text{ ή } \Delta t_1 = 6 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

**Μονάδες 3**

Στην συνέχεια (διαδρομή  $A \rightarrow B$ ) η επιτάχυνση είναι ομόρροπη της ταχύτητας, άρα το πρωτόνιο εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση. Από την εξίσωση της κίνησης βάζοντας  $\Delta x = (AB)$  υπολογίζουμε το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να διέλθει το πρωτόνιο από το σημείο Β:

$$\Delta x = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot \Delta t_2^2 \text{ ή } \Delta t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot (AB)}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6 \cdot 10^{-2}}{10^{12}}} s = 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-7} s \text{ ή } \Delta t_2 \cong 3,4 \cdot 10^{-7} s$$

**Μονάδες 3**

Άρα το πρωτόνιο διέρχεται από το σημείο Β κινούμενο προς το σημείο Γ την χρονική στιγμή:

$$t = 6 \cdot 10^{-7} s + 3,4 \cdot 10^{-7} s = 9,4 \cdot 10^{-7} s$$

**Μονάδα 1**