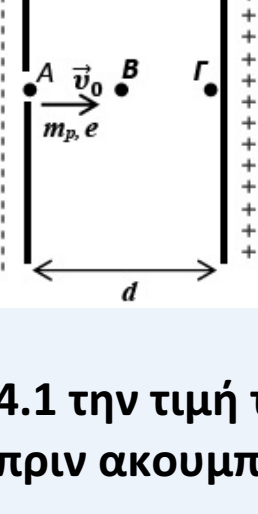


Δύο κατακόρυφοι μεταλλικοί οπλισμοί είναι φορτισμένοι με τάση V . Ένα πρωτόνιο εισέρχεται από μικρή οπή που βρίσκεται στον αρνητικό οπλισμό (σημείο A), με ταχύτητα u_0 μέτρου 10^5 m/s . Η ταχύτητα του πρωτονίου όπικως φαίνεται στο σχήμα είναι παράλληλη στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου που επικρατεί μεταξύ των οπλισμών, με κατεύθυνση προς τον θετικό οπλισμό. Η απόσταση μεταξύ των οπλισμών είναι $d = 10 \text{ mm}$ και $(AB) = (BF)$. Να υπολογίσετε:



4.1 την τιμή της τάσης V έτσι ώστε το πρωτόνιο να ακινητοποιηθεί στιγμιαία ακριβώς πριν ακουμπήσει το θετικό οπλισμό,

4.2 το λόγο V_{BA} / V_{FA} μεταξύ των διαφορών δυναμικού μεταξύ των σημείων B, A και των σημείων Γ, A,

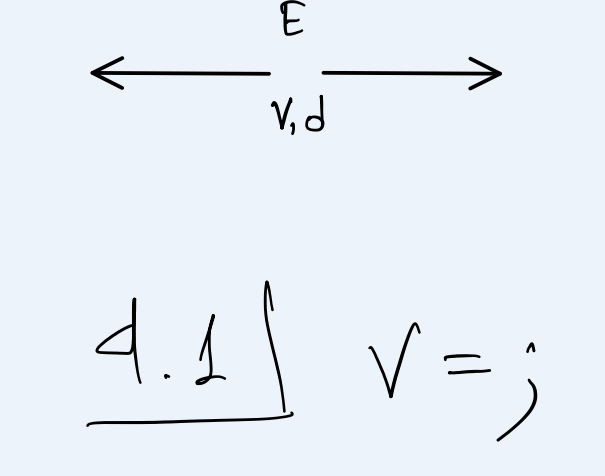
4.3 το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να φτάσει το πρωτόνιο στη θετική πλάκα, καθώς και το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να επιστρέψει στο σημείο εκτόξευσης,

4.4 την κινητική ενέργεια του πρωτονίου στο μέσο της απόστασης μεταξύ των δύο οπλισμών (σημείο B).

Δίνεται η μάζα του πρωτονίου $m_p = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ και το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Οι βαρυτικές αλληλεπιδράσεις παραλείπονται και η επίδραση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

$u_0 = 10^5 \text{ m/s}, d = 10 \text{ mm} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}, (AB) = (BF)$

$m_p = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

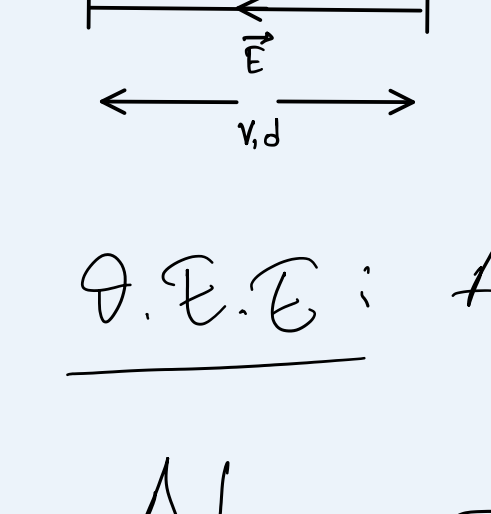


4.1 $V = ?$ $u = 0$ στο +Q οριζόντιο

$E = \frac{F_{ηλ}}{q_p} \Rightarrow F_{ηλ} = q_p \cdot E$
 $E = \frac{V}{d}$

$\Rightarrow F_{ηλ} = q_p \cdot \frac{V}{d} \Rightarrow$

$\Rightarrow F_{ηλ} = |e| \cdot \frac{V}{d}$



$\theta. \mathcal{E}. \mathcal{E} : A \rightarrow \Gamma \quad m_p, |e|$

$\Delta K_{A,\Gamma} = W_{F_{ηλ}, A \rightarrow \Gamma} \Rightarrow$

$\Rightarrow K_{\Gamma} - K_A = -F_{ηλ} \cdot d \Rightarrow$

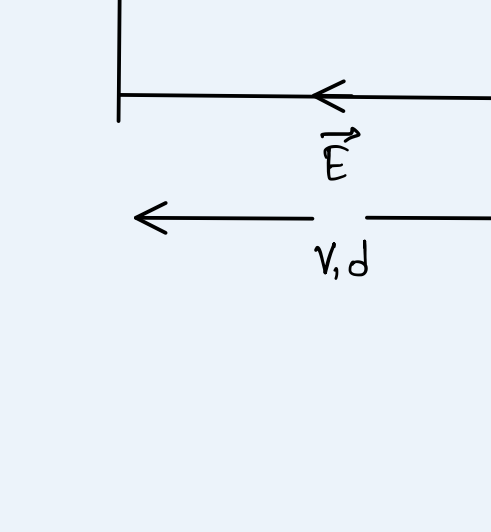
$(F_{ηλ} = |e| \frac{V}{d}) \Rightarrow 0 - \frac{1}{2} m u_0^2 = -|e| \frac{V}{d} \cdot d \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{m u_0^2}{2} = |e| \cdot V \Rightarrow V = \frac{m u_0^2}{2|e|} \Rightarrow$

$\Rightarrow V = \frac{1,6 \cdot 10^{-27} \cdot (10^5)^2}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \Rightarrow$

$\Rightarrow V = \frac{1}{2} \cdot 10^2 \Rightarrow V = 50 \text{ Volt}$

4.2 $\frac{V_{BA}}{V_{FA}} = ?$



$E = \frac{V_{BA}}{(BA)}$
 $E = \frac{V_{FA}}{(FA)}$

$\Rightarrow \frac{V_{BA}}{(BA)} = \frac{V_{FA}}{(FA)} \Rightarrow$

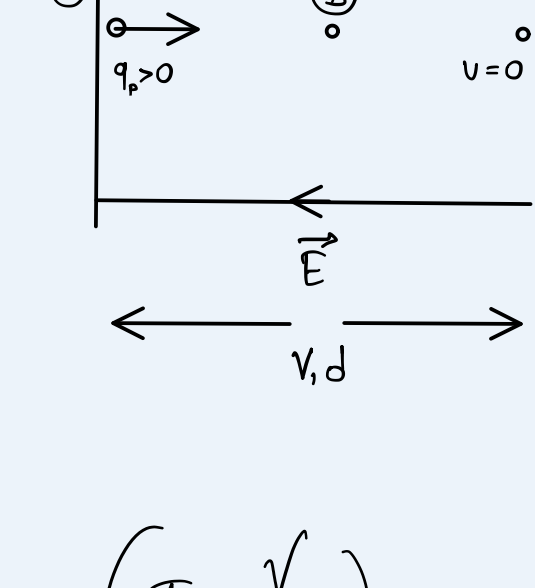
$\Rightarrow \frac{V_{BA}}{V_{FA}} = \frac{(BA)}{(FA)} \Rightarrow$

$(AB) = \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{V_{BA}}{V_{FA}} = \frac{\frac{d}{2}}{d} \Rightarrow \frac{V_{BA}}{V_{FA}} = \frac{1}{2}$

$(FA) = d$

4.3 $\Delta t_1 = ?$ $A \rightarrow \Gamma$

$\Delta t_2 = ?$ $\Gamma \rightarrow A$



$2^{ος}$ Newton

$\Sigma F = m a \Rightarrow$

$(\Sigma F = F_{ηλ}) \Rightarrow F_{ηλ} = m a \Rightarrow$

$(F_{ηλ} = qE) \Rightarrow qE = m a \Rightarrow$

$(E = \frac{V}{d}) \Rightarrow q \cdot \frac{V}{d} = m a \Rightarrow$

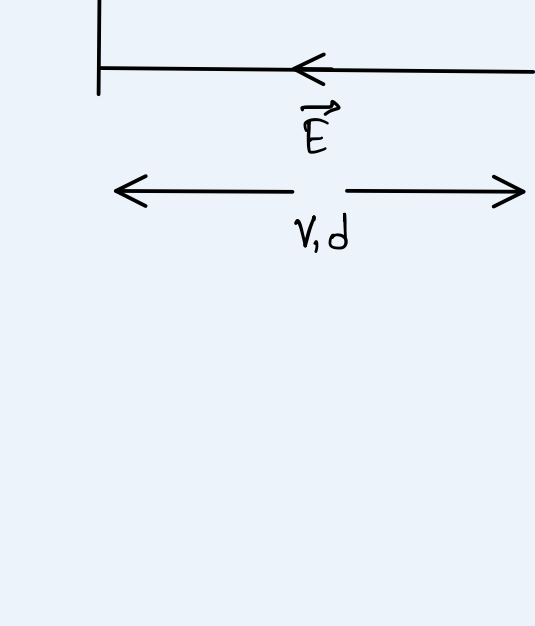
$(q = |e|) \Rightarrow |e| \cdot \frac{V}{d} = m a \Rightarrow a = \frac{|e| \cdot V}{m \cdot d} \Rightarrow$

$\Rightarrow a = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 50}{1,6 \cdot 10^{-27} \cdot 10 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow$

$\Rightarrow a = 50 \cdot 10^{10} \text{ m/s}^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow a = 5 \cdot 10^{11} \text{ m/s}^2$

$A \rightarrow \Gamma$: εφθ. οραλά επιβραδυνόμενη κίνηση



$v - t$
 $v_{\Gamma} = v_0 - a \Delta t_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow 0 = v_0 - a \Delta t_1 \Rightarrow$

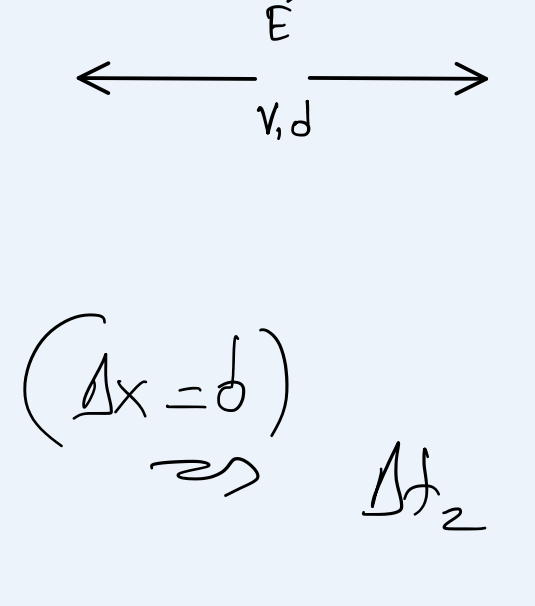
$\Rightarrow \Delta t_1 = \frac{v_0}{a} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{10^5}{5 \cdot 10^{11}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta t_1 = \frac{1}{5} \cdot 10^{-6} \text{ s} \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta t_1 = 0,2 \cdot 10^{-6} \Rightarrow \Delta t_1 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ s}$

$\Gamma \rightarrow A$: εφθ. οραλά επιταχυνόμενη κίνηση

$a = \frac{|e| \cdot V}{m \cdot d} = 50 a_{\text{αθ}}$



$\Delta x - t$
 $\Delta x = v_0' \Delta t_2 + \frac{1}{2} a \Delta t_2^2 \Rightarrow$

$(v_0' = 0) \Rightarrow \Delta x = \frac{1}{2} a \Delta t_2^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta t_2^2 = \frac{2 \Delta x}{a} \Rightarrow$

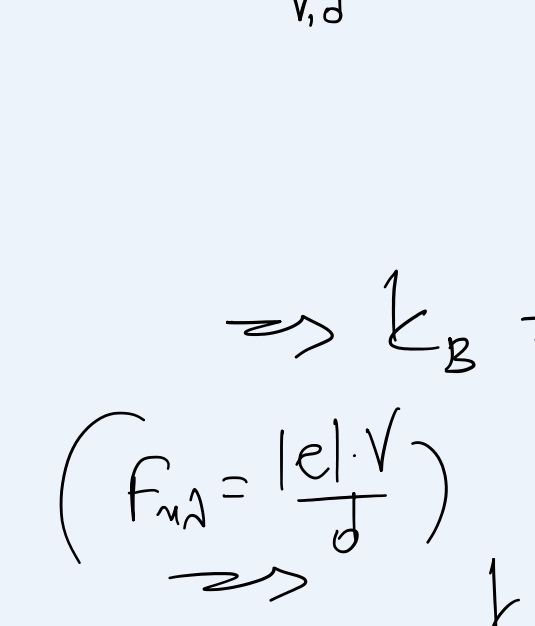
$(\Delta x = d) \Rightarrow \Delta t_2 = \sqrt{\frac{2d}{a}} \Rightarrow \Delta t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{11}}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta t_2 = \sqrt{9,4 \cdot 10^{-13}} \Rightarrow \Delta t_2 = \sqrt{9,4 \cdot 10^{-14}} \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta t_2 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ s}$

Ποχύει : $\Delta t_1 = \Delta t_2$

4.4 $K_B = ?$



$\theta. \mathcal{E}. \mathcal{E} : A \rightarrow B \quad m_p, q_p$

$\Delta K_{A,B} = W_{F_{ηλ}, A \rightarrow B} \Rightarrow$

$\Rightarrow K_B - K_A = -F_{ηλ} \cdot (AB) \Rightarrow$

$(AB) = \frac{d}{2} \Rightarrow K_B - \frac{1}{2} m v_0^2 = -F_{ηλ} \cdot \frac{d}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow K_B = \frac{1}{2} m v_0^2 - F_{ηλ} \cdot \frac{d}{2} \Rightarrow$

$(F_{ηλ} = |e| \frac{V}{d}) \Rightarrow K_B = \frac{1}{2} m v_0^2 - |e| \cdot \frac{V}{d} \cdot \frac{d}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow K_B = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{|e| \cdot V}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow K_B = \frac{1}{2} (1,6 \cdot 10^{-27} \cdot (10^5)^2 - 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 50) \Rightarrow$

$\Rightarrow K_B = \frac{1,6}{2} (10 \cdot 10^{-18} - 50 \cdot 10^{-18}) \Rightarrow$

$\Rightarrow K_B = \frac{1,6}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-18} \Rightarrow$

$\Rightarrow K_B = 4 \cdot 10^{-18} \text{ J}$