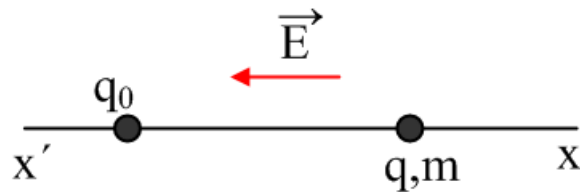


### Τι κίνηση κάνει το φορτισμένο σωματίδιο;



Σφαίρα μάζας  $m = 0,8 \text{ kg}$  έχει φορτίο  $q = +10^{-4} \text{ C}$  και απέχει απόσταση  $x_1 = 1 \text{ m}$  από ακλόνητο σημειακό φορτίο  $q_0 = q$ . Στο χώρο του πειράματος υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης  $E = 10^5 \text{ N/C}$ , αντίρροπης του άξονα  $x'x$ . Αφήνουμε τη σφαίρα ελεύθερη να κινηθεί. Να βρείτε:

- i) προς τα πού θα αρχίσει να κινείται
- ii) τη μέγιστη τιμή της ταχύτητας που θα αποκτήσει
- iii) την μέγιστη απόσταση που απομακρύνεται από το φορτίο  $q_0$
- iv) το είδος της κίνησης που εκτελεί.

(Οι βαρυτικές δυνάμεις αμελούνται).

#### Απάντηση:

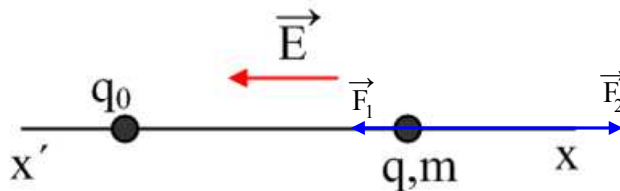
Η σφαίρα δέχεται δύο δυνάμεις. Μια εξαιτίας του ομογενούς μαγνητικού πεδίου με μέτρο :

$$F_1 = q \cdot E = 10^{-4} \cdot 10^5 \text{ N} = 10 \text{ N}.$$

Και μια απωστική από το φορτίο  $q_0$  με μέτρο:

$$F_2 = k \frac{qq_0}{x_1^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-4} \cdot 10^{-4}}{1} \text{ N} = 90 \text{ N}$$

Στο σχήμα φαίνονται οι κατευθύνσεις των παραπάνω δυνάμεων.



Συνεπώς η σφαίρα θα επιταχυνθεί προς τα δεξιά.

- v) Για όσο χρόνο η  $F_2$  έχει μεγαλύτερο μέτρο από την  $F_1$  η σφαίρα επιταχύνεται, συνεπώς μέγιστη ταχύτητα θα έχουμε όταν  $\Sigma F = 0$ . Σημειώνεται ότι όταν μειωθεί ακόμη περισσότερο η  $F_2$  ώστε να γίνει μικρότερη από την  $F_1$  το σώμα επιβραδύνεται.

Όταν  $\Sigma F = 0 \rightarrow F_2 = F_1 \rightarrow$

$$k \frac{q^2}{x^2} = F_1 \rightarrow x = q \sqrt{\frac{k}{F_1}} = 10^{-4} \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9}{10}} = 3 \text{ m}$$

όπου  $x$  η απόσταση των δύο φορτίων.

Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε από την αρχική θέση Α  $x_1 = 1 \text{ m}$ , μέχρι την θέση Γ με  $x = 3 \text{ m}$ .

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_{\text{Fe}} + W_{\text{Fc}}$$

$$\frac{1}{2} mv^2 - 0 = -F_1(x - x_1) + q \cdot (V_A - V_\Gamma) \quad (1)$$

$$\text{Αλλά } V_A = k \frac{q}{x_1} = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-4}}{1} \text{ V} = 9 \cdot 10^5 \text{ V}$$

$$\text{Και } V_\Gamma = k \frac{q}{x} = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-4}}{3} = 3 \cdot 10^5 \text{ V}$$

Και με αντικατάσταση στην (1) παίρνουμε:

$$v = \sqrt{\frac{2q(V_A - V_B) - F_I(x - x_I)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-4} (9 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^5) - 10 \cdot 2}{0,8}} = 5\sqrt{5} \text{ m/s}$$

vi) Έστω ότι το σώμα σταματά σε σημείο Δ που απέχει κατά y από το φορτίο q<sub>0</sub>. Εφαρμόζουμε ξανά το Θ.Μ.Κ.Ε. από το Α στο Δ και έχουμε:

$$\begin{aligned} K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} &= W_{\text{Fe}} + W_{\text{Fc}} \\ 0 - 0 &= -F_I(y - x_I) + q \cdot (V_A - V_\Delta) \rightarrow \\ 10(y-1) &= 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-8} \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{y} \right) \rightarrow \\ y-1 &= 9(1-1/y) \rightarrow y^2 - y = 9y - 9 \rightarrow \\ y^2 - 10y + 9 &= 0 \rightarrow y = \frac{10 \pm \sqrt{100 - 36}}{2} = \frac{10 \pm 8}{2} \end{aligned}$$

άρα ή y=1m ή y=9m.

Το 1m αντιστοιχεί στην αρχική θέση και το y=9m αντιστοιχεί στην απόσταση του σημείου Δ.

vii) Καθώς η σφαίρα επιταχύνεται προς τα δεξιά, η συνισταμένη δύναμη μειώνεται συνεπώς η κίνησή του είναι ευθύγραμμη (μη ομαλά) επιταχυνόμενη, μέχρι το σημείο Γ που έχει την μέγιστη ταχύτητά του, κατόπιν επιβραδύνεται με μια επιβράδυνση που συνεχώς αυξάνεται μέχρι που σταματά στο Δ. Στη συνέχεια θα επιταχυνθεί προς τα αριστερά, θα φτάσει με μέγιστη ταχύτητα στο Γ και θα σταματήσει ξανά στο Α. Αυτή η περιοδική κίνηση είναι μια ταλάντωση, γύρω από την θέση Γ (όχι η γνωστή μας απλή αρμονική ταλάντωση).

### Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια:

*Διονύσης Μάργαρης*