

ΤΡΙΤΟ και ΤΕΤΑΡΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ και ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

1. Ένα πρωτόνιο εκτοξεύεται τη χρονική στιγμή $t = 0$, κατά τη θετική κατεύθυνση του άξονα x' , μέσα σε περιοχή ομογενούς ηλεκτροστατικού πεδίου έντασης $E = 10^3 \text{ N/C}$, της οποίας η κατεύθυνση συμπίπτει με την αρνητική κατεύθυνση του άξονα x' . Το πρωτόνιο διανύει, μέχρι να ηρεμήσει στιγμιαία, απόσταση $d = 7,5 \text{ cm}$. Αν δίνονται $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_p = \frac{5}{3} \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ να βρείτε :

α. την επιτάχυνση του πρωτονίου.
β. το μέτρο της αρχικής του ταχύτητας.
γ. σε πόσο χρόνο το πρωτόνιο θα ηρεμήσει στιγμιαία.

2. Αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο μάζας m εισέρχεται με ταχύτητα μέτρου u_0 σε ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο \vec{E} , όπως φαίνεται στο σχήμα. Η απόσταση μεταξύ των πλακών είναι L . Να βρείτε

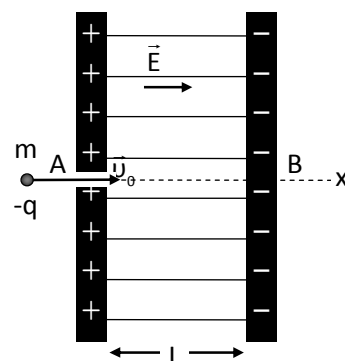
α. την τιμή της διαφοράς δυναμικού μεταξύ των πλακών, ώστε το σωματίδιο να φθάσει στη θέση B:

- i) με ταχύτητα ίση με μηδέν.
ii) με ταχύτητα μέτρου $u = u_0/2$

β. το χρόνο κίνησης του σωματιδίου, για τη διαδρομή AB, σε κάθε μία από τις περιπτώσεις (i) και (ii).

γ. την μεταβολή της ορμής του σωματιδίου κατά τη διαδρομή AB, σε κάθε μία από τις περιπτώσεις (i) και (ii).

Βαρυτικές δυνάμεις δε λαμβάνονται υπόψη. Δίνονται τα m , q , u_0 και L .



3. Υποθέστε ότι στο χώρο μεταξύ δύο παράλληλων φορτισμένων μεταλλικών πλακών αφήνεται ένα σωματίο που έχει φορτίο $q = 1,6 \cdot 10^{-17} \text{ C}$ και μάζα $m = 3,2 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$.

A. Αν η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι $E = 2 \cdot 10^4 \text{ N/C}$ με πόση επιτάχυνση θα κινηθεί το σωματίο;

B. Αν το σωματίο αφεθεί κοντά στην αρνητικά φορτισμένη πλάκα, με τι ταχύτητα θα φτάσει στη θετικά φορτισμένη πλάκα; Οι δύο πλάκες απέχουν μεταξύ τους $\ell = 0,5 \text{ cm}$.

4. Δύο σωματίδια έχουν την ίδια μάζα $m = 2 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$, το ίδιο φορτίο $q = 10 \mu\text{C}$ και συγκρατούνται ακίνητα σε απόσταση $x = 2 \text{ cm}$. Είναι $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$. Αν αφήσουμε το ένα σωματίο ελεύθερο να υπολογίσετε:

A. Την ταχύτητά του, όταν η απόστασή τους γίνει $2x$.

B. Τη μέγιστη ταχύτητα που αποκτά το κινούμενο σωματίο.

5. Ένα σωματίο μάζας m_1 και φορτίου $+q$ ρίχνεται από πολύ μακριά με αρχική ταχύτητα u_0 προς ακίνητο σωματίο μάζας m_2 και φορτίου $+q$ που όμως μπορεί να κινηθεί. Με δεδομένα τα m_1 , m_2 , $+q$, u_0 και k , να υπολογίσετε :

A. Την ελάχιστη απόσταση που θα πλησιάσουν τα δύο σωματίδια.

B. Την ταχύτητα καθενός όταν η μεταξύ τους απόσταση γίνει ελάχιστη.

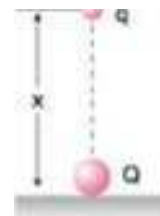
Γ. Την ταχύτητα που θα αποκτήσει τελικά το κάθε σωματίο.

6. Ένα σωματίο μάζας $m = 0,09 \text{ kg}$ έχει φορτίο $q = 1 \mu\text{C}$ και ισορροπεί σε ύψος x πάνω από το ακλόνητο σημειακό φορτίο $Q = q$. Δίνεται $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ και $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A. Να υπολογίσετε το x .

B. Κατεβάζουμε το σωματίο σε ύψος $x/2$ και το αφήνουμε ελεύθερο. Σε τι απόσταση από το Q θα ανέβει;

Γ. Σε ποια απόσταση από το Q θα αποκτήσει μέγιστη ταχύτητα και πόση θα είναι αυτή;

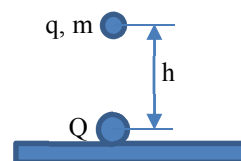


7. Ένα φορτισμένο σωματίο μάζας $m = 1 \text{ g}$ και φορτίου $q = 0,1 \mu\text{C}$, αφήνεται ελεύθερο από ύψος $h = 5 \text{ cm}$ πάνω από ακλόνητο σημειακό φορτίο $Q = 0,25 \mu\text{C}$. Τα δύο σωματίδια βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφη και $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A. Να περιγράψετε την κίνηση του σώματος (q, m) .

B. Να υπολογίσετε τη μέγιστη (y_{\max}) και την ελάχιστη (y_{\min}) απόστασή του από το Q.

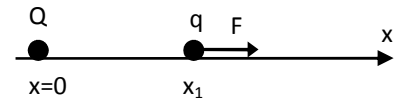
Γ. Να δικαιολογήσετε ότι η ταχύτητά του σε κάποια θέση γίνεται μέγιστη και να προσδιορίσετε την απόσταση της θέσης αυτής (d) από το φορτίο Q.



Δ. Να δείξετε ότι η απόσταση d είναι ο γεωμετρικός μέσος των αποστάσεων y_{\max} και y_{\min} . $\left[\frac{y_{\max}}{d} = \frac{d}{y_{\min}} \right]$

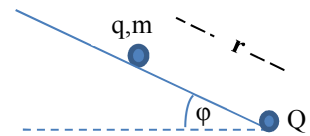
Ε. Να υπολογίσετε τη μέγιστη ταχύτητά του.

8. Στις θέσεις $x = 0$ και $x_1 = 1\text{m}$ του άξονα Ox τοποθετούμε δύο σημειακά φορτία $Q = 2 \cdot 10^{-3}\text{C}$ και $q = 10^{-6}\text{C}$ αντίστοιχα και τα κρατάμε ακίνητα. Το φορτίο q έχει μάζα $m = 2 \cdot 10^{-4}\text{kg}$. Αφήνουμε το φορτίο q ελεύθερο να κινηθεί κατά μήκος του άξονα x και ταυτόχρονα δρα σ' αυτό μεταβλητή δύναμη μέτρου $F = 28 - 14 \cdot x$ (S.I.) (όπου x η θέση του φορτίου q) όπως στο σχήμα. Η δύναμη δρα μέχρι να μηδενιστεί και μετά καταργείται. Είναι $k = 9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$. Κατά την κίνηση του q δεν υπάρχουν τριβές. Να υπολογιστεί η ταχύτητα του q



- α. τη χρονική στιγμή που μηδενίζεται η δύναμη F .
β. όταν το φορτίο q βρίσκεται σε άπειρη απόσταση από το φορτίο Q .

9. Στη βάση ενός λείου πλάγιου επιπέδου γωνίας κλίσης $\phi = 30^\circ$, υπάρχει στερεωμένο ακλόνητα ένα σημειακό φορτίο $Q = 0,5\mu\text{C}$. Πάνω στο πλάγιο επίπεδο και από απόσταση $r = 2,5\text{cm}$ από το Q , αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί ένα άλλο μικρό σώμα αμελητέων διαστάσεων, μάζας $m = 36\text{g}$ και φορτίου $q = 0,1\mu\text{C}$. Δίνεται $g = 10\text{m/s}^2$ και $k = 9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$.



- A. Να περιγράψετε την κίνηση του σώματος (q, m).
B. Να υπολογίσετε τη μέγιστη (x_{\max}) και την ελάχιστη (x_{\min}) απόστασή του από το Q .
Γ. Να δικαιολογήσετε ότι η ταχύτητά του σε κάποια θέση γίνεται μέγιστη και να προσδιορίσετε την απόσταση της θέσης αυτής (d) από το φορτίο Q .

Δ. Να δείξετε ότι η απόσταση d είναι ο γεωμετρικός μέσος των αποστάσεων x_{\max} και x_{\min} . $\left[\frac{x_{\max}}{d} = \frac{d}{x_{\min}} \right]$

Ε. Να υπολογίσετε τη μέγιστη ταχύτητά του.

10. Ένα πρωτόνιο, ένα δευτερόνιο και ένα σωματίο α (πυρήνας He) επιταχύνονται από διαφορά δυναμικού V . Στη συνέχεια τα σωματία εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , με διεύθυνση κάθετη στις δυναμικές γραμμές. Να βρείτε την τιμή των ακτίνων των κυκλικών τροχιών των δευτερονίων (Δ) και των σωματιών α σε συνάρτηση με την ακτίνα R_p της τροχιάς των πρωτονίων. Δίνονται $q_\Delta = q_p$, $q_\alpha = 2q_p$, $m_\Delta = 2m_p$, $m_\alpha = 4m_p$.

11. Ένα μονοσθενές ιόν μάζας m_1 επιταχύνεται από την ηρεμία με την επίδραση διαφοράς δυναμικού V . Στη συνέχεια εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετα στις δυναμικές του γραμμές και διαγράφει μέσα σ' αυτό ημικύκλιο ακτίνας R_1 .

Εν συνεχεία ένα δισθενές ιόν μάζας m_2 επιταχύνεται από την ίδια διαφορά δυναμικού και μπαίνοντας με τον ίδιο τρόπο στο ίδιο μαγνητικό πεδίο διαγράφει μέσα σ' αυτό ημικύκλιο ακτίνας $R_2 = 2R_1$. Να βρείτε το λόγο των μαζών των δύο ιόντων.

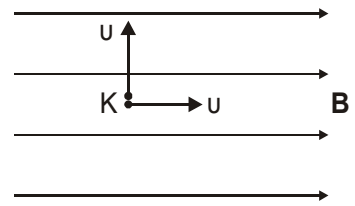
12. Να υποθέσετε ότι δυο σωματίδια με μάζες m_1 και m_2 , που έχουν ίσα φορτία και ίσες κινητικές ενέργειες, εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με διεύθυνση κάθετη στις δυναμικές γραμμές. Να βρείτε το λόγο των ακτίνων των τροχιών που διαγράφουν τα δύο σωματίδια. Δίνεται $\frac{m_1}{m_2} = 16$.

13. Ένα αρχικά ακίνητο σωματίδιο θετικού φορτίου q και μάζας m , επιταχύνεται από ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο το οποίο δημιουργείται από διαφορά δυναμικού V . Στη συνέχεια το σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} κάθετα στις δυναμικές γραμμές. Δεδομένου ότι η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς που διαγράφει το σωματίδιο είναι R , να βρείτε

- α. το λόγο $\frac{q}{m}$ του σωματιδίου.

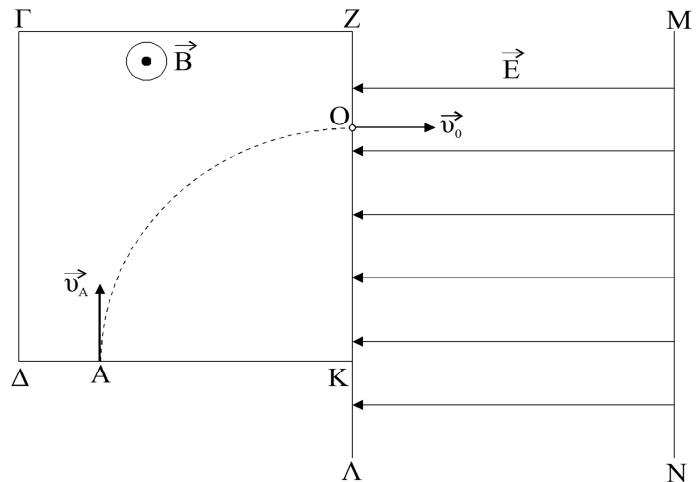
β. το χρόνο που χρειάζεται το σωματίο για να διαγράψει γωνία $\phi = \frac{\pi}{6}$.

14. Θεωρούμε σημείο K μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μεγάλης έκτασης με $B = \pi \cdot 10^{-6} \text{T}$. Από το σημείο K εκτοξεύονται ταυτόχρονα, με την ίδια κατά μέτρο ταχύτητα $u = \pi \cdot 10^4 \text{m/s}$, δύο όμοια φορτισμένα σωματίδια, που έχουν λόγο φορτίου προς μάζα $q/m = 5 \cdot 10^{11} \text{C/kg}$. Το ένα εκτοξεύεται παράλληλα προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου και το άλλο κάθετα προς αυτές, όπως φαίνεται στο σχήμα. (Η επίδραση του πεδίου βαρύτητας και οι ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις δεν λαμβάνονται υπόψη).



- Να δικαιολογήσετε ποιο σωματίδιο εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση και ποιο ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.
- Να υπολογίσετε την ακτίνα της παραπάνω κυκλικής τροχιάς.
- Να υπολογίσετε την περίοδο της παραπάνω ομαλής κυκλικής κίνησης.
- Πόση θα είναι η απόσταση των δύο σωματιδίων τη στιγμή που το ένα σωματίδιο έχει συμπληρώσει $N = 100$ πλήρεις περιφορές;

15. Σωματίδιο μάζας $m = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ και φορτίου $q = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ εισέρχεται στην περιοχή ΓΔΚΖΓ όπου επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 10^{-2} \text{T}$, με ταχύτητα \vec{v}_A κάθετη στις μαγνητικές γραμμές και κάθετη στη ΔΚ. Το σωματίδιο διαγράφει τεταρτοκύκλιο μέχρι το σημείο Ο, όπου και εξέρχεται από το μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα μέτρου $u_0 = 10^6 \text{m/s}$. Στο σημείο Ο υπάρχει μικρή οπή μέσω της οποίας το σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που σχηματίζεται ανάμεσα σε δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες ΖΛ και ΜΝ, με ταχύτητα παράλληλη στις δυναμικές του γραμμές. Το πεδίο έχει ένταση μέτρου $E = 2,5 \cdot 10^3 \text{N/C}$ και φορά όπως φαίνεται στο σχήμα.



- Να βρείτε το μέτρο u_A της ταχύτητας του σωματιδίου, όταν εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο.
- Να υπολογίσετε την ακτίνα της τροχιάς που διαγράφει το σωματίδιο μέσα στο μαγνητικό πεδίο.
- Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των πλακών ΖΛ και ΜΝ, ώστε το σωματίδιο να φθάσει με μηδενική ταχύτητα στην πλάκα ΜΝ.
- Να βρεθεί ο συνολικός χρόνος κίνησης του σωματιδίου από τη στιγμή της εισόδου στο μαγνητικό πεδίο μέχρι να φθάσει στην πλάκα ΜΝ.

Η επίδραση του πεδίου βαρύτητας να θεωρηθεί αμελητέα. Δίνεται $\pi = 3,14$.

16. Ένα φορτισμένο σωματίδιο που έχει μάζα $m = 6,4 \cdot 10^{-21} \text{kg}$ και φορτίο $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{C}$ είναι αρχικά ακίνητο. Το φορτίο επιταχύνεται από διαφορά δυναμικού $V = 400 \text{V}$ και αποκτά ταχύτητα u_0 . Μετά το φορτίο με αυτή την ταχύτητα μπαίνει κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου

$B = 2 \text{T}$. Το μαγνητικό πεδίο έχει πλάτος $d = \sqrt{3} \text{m}$. Αν δίνεται $\text{syn} \frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$ να βρεθούν :

- Η ταχύτητα u_0 .
- Η ακτίνα της τροχιάς και η περίοδος της κίνησης μέσα στο μαγνητικό πεδίο.
- Το σημείο εξόδου του φορτίου από το πεδίο.
- Ο χρόνος κίνησης του σωματιδίου μέσα στο πεδίο.