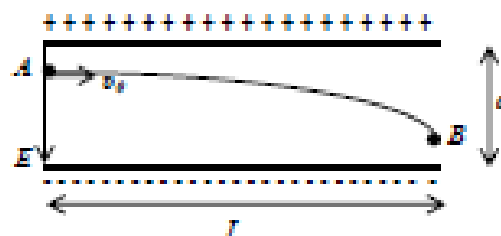


1.

Φορτισμένο σωματίδιο μάζας m και θετικού ηλεκτρικού φορτίου q , εισέρχεται με ταχύτητα μέτρου v_0 σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης μέτρου E , κάθετα στις δυναμικές γραμμές. Το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο δημιουργείται μεταξύ των οριζόντιων οπλισμένων επίπεδου πυκνωτή, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή είναι d και το μήκος του κάθε οπλισμού του είναι L . Το φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται στο πεδίο από σημείο A και εξέρχεται από σημείο B , όπως φαίνεται στο σχήμα.



Δ1) Να υπολογίσετε την κατακόρυφη μετατόπιση του σωματιδίου τη στιγμή της εξόδου του από το ηλεκτρικό πεδίο, καθώς και το χρόνο παραμονής του εντός του πεδίου.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B .

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του φορτισμένου σωματιδίου εξαιτίας της κίνησης του εντός του πεδίου.

Μονάδες 7

Δ4) Αν θεωρήσουμε ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων με αρχή το $A(0,0)$ και ως χρονική στιγμή $t = 0$, την στιγμή εισόδου του σωματιδίου στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο να υπολογίσετε την εξίσωση τροχιάς του σωματιδίου και να δώσετε τις συντεταγμένες της θέσης του τη χρονική στιγμή

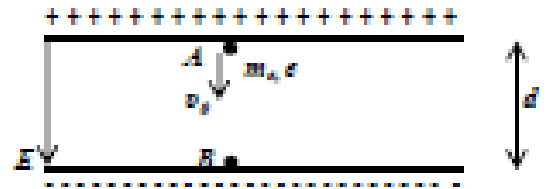
$$t = \frac{d}{2v_0}.$$

Μονάδες 7

Οι απαντήσεις σας να δοθούν σε συνάρτηση με τα φυσικά μεγέθη m , q , v_0 , E , d , L που αναφέρονται στην εκφώνηση και θεωρούνται δεδομένα. Οι βαρυτικές αλληλεπιδράσεις παραλείπονται και η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

2.

Δύο οριζόντιοι μεταλλικοί οπλισμοί είναι φορτισμένοι και η μεταξύ τους διαφορά δυναμικού είναι V . Ένα ηλεκτρόνιο εισέρχεται από μικρή οπή, που βρίσκεται στο θετικό οπλισμό (σημείο A), με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 7 \cdot 10^6$ m/s. Η ταχύτητα του ηλεκτρονίου είναι παράλληλη στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών με κατεύθυνση προς τον αρνητικό οπλισμό. Η απόσταση μεταξύ των οπλισμών είναι $d = 10$ mm. Να υπολογίσετε:



Δ1) την τάση V έτσι ώστε το ηλεκτρόνιο να ακινητοποιηθεί στιγμιαία ακριβώς πριν ακουμπήσει τον αρνητικό οπλισμό.

Μονάδες 6

Δ2) την ταχύτητα κατά μέτρο και κατεύθυνση με την οποία το ηλεκτρόνιο θα επιστρέψει στο σημείο A.

Μονάδες 5

Δ3) το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να επιστρέψει το ηλεκτρόνιο στο σημείο A.

Μονάδες 7

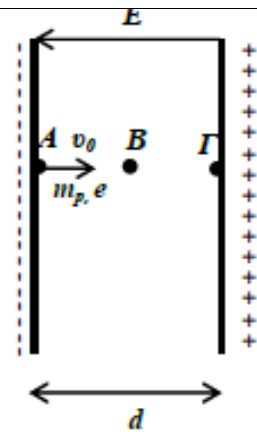
Δ4) το έργο της ηλεκτρικής δύναμης κατά την κίνηση του ηλεκτρονίου από το σημείο A στο σημείο B, $W_{A \rightarrow B}$, καθώς και το έργο της ηλεκτρικής δύναμης κατά την κίνηση του ηλεκτρονίου από το σημείο A στο σημείο B και την επιστροφή του στο σημείο A, $W_{A \rightarrow B \rightarrow A}$.

Μονάδες 7

Δίνονται το πηλίκο της απόλυτης τιμής του φορτίου του ηλεκτρονίου προς τη μάζα του, $\frac{e}{m_e} = 1,75 \cdot 10^{11}$ C/kg καθώς και το φορτίο του ηλεκτρονίου $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Οι βαρυτικές αλληλεπιδράσεις παραλείπονται και η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

3.

Δύο κατακόρυφοι μεταλλικοί οπλισμοί είναι φορτισμένοι με τάση V . Ένα πρωτόνιο εισέρχεται από μικρή οπή που βρίσκεται σε σημείο του αρνητικού οπλισμού (σημείο A), με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 10^5 \text{ m/s}$. Η ταχύτητα του πρωτονίου 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 $d=10 \text{ mm}$. Να υπολογίσετε:



Δ1) την τιμή της τάσης V έτσι ώστε το πρωτόνιο να ακινητοποιηθεί στιγμιαία ακριβώς πριν ακουμπήσει το θετικό οπλισμό,

Μονάδες 6

Δ2) το λόγο μεταξύ των διαφορών δυναμικού μεταξύ των σημείων A, B και των σημείων A,Γ $\frac{V_{AB}}{V_{AG}}$,

Μονάδες 6

Δ3) 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,

Μονάδες 6

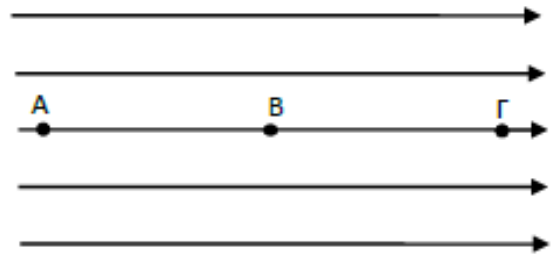
Δ4) την κινητική ενέργεια του πρωτονίου στο μέσο της απόστασης μεταξύ των δύο οπλισμών (σημείο B).

Μονάδες 7

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.

4.

Τρία σημεία A, B και Γ βρίσκονται κατά μήκος μιας δυναμικής γραμμής ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου και για τις μεταξύ τους αποστάσεις ισχύει $(AG) = 2 \cdot (AB) = 5 \text{ cm}$, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Πρωτόνιο διέρχεται τη χρονική στιγμή $t = 0$ από το σημείο Γ, με κατεύθυνση προς το σημείο A με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 10^6 \text{ m/s}$, η οποία έχει αντίθετη κατεύθυνση από αυτή της δυναμικής γραμμής. Να υπολογίσετε:



Δ1) τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Γ και A, αν γνωρίζετε ότι το πρωτόνιο ακινητοποιείται στιγμιαία ακριβώς στο σημείο A,

Μονάδες 6

Δ2) την ταχύτητα, σε μέτρο και κατεύθυνση με την οποία το πρωτόνιο θα επιστρέψει στο σημείο Γ,

Μονάδες 5

Δ3) τη χρονική στιγμή που το πρωτόνιο διέρχεται από το σημείο B κινούμενο προς το σημείο Γ,

Μονάδες 7

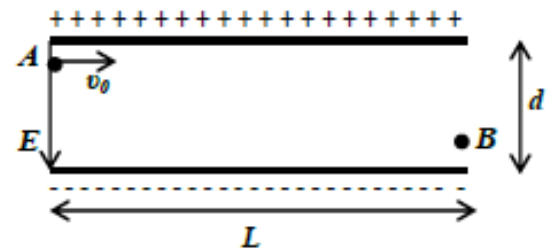
Δ4) το έργο της ηλεκτρικής δύναμης κατά την κίνηση του πρωτονίου από το σημείο Γ στο σημείο B, $(W_{\Gamma \rightarrow B})$ καθώς και το έργο της ηλεκτρικής δύναμης κατά την κίνηση του πρωτονίου από το σημείο Γ στο σημείο A και την επιστροφή του στο σημείο Γ $(W_{\Gamma \rightarrow A \rightarrow \Gamma})$.

Μονάδες 7

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 είναι αμελητέα. Θεωρήστε για τις πράξεις $\sqrt{2} = 1,4$.

5.

Φορτισμένο σωματίδιο μάζας m και ηλεκτρικού φορτίου q , εισέρχεται με ταχύτητα μέτρου v_0 σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης μέτρου E , κάθετα στις δυναμικές γραμμές. Το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο δημιουργείται μεταξύ των οριζόντιων οπλισμών επίπεδου πυκνωτή, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή είναι d και το μήκος του κάθε οπλισμού του είναι L . Το φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται στο πεδίο από σημείο A και εξέρχεται από σημείο B , όπως φαίνεται στο σχήμα. Να υπολογίσετε:



Δ1) το χρόνο παραμονής του σωματιδίου στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο και να σχεδιάσετε την τροχιά του σωματιδίου στο παραπάνω σχήμα,

Μονάδες 5

Δ2) την κατακόρυφη μετατόπιση του σωματιδίου μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο,

Μονάδες 6

Δ3) την ταχύτητα εξόδου (μέτρο και κατεύθυνση) του φορτισμένου σωματιδίου από το πεδίο,

Μονάδες 7

Δ4) τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B .

Μονάδες 7

Δίνονται $m = 10^{-8}$ kg, $q = 1$ μ C, $v_0 = 100$ m/s, $E = 100$ V/m, $d = 0,1$ m, $L = 0,2$ m. Οι βαρυτικές αλληλεπιδράσεις παραλείπονται.

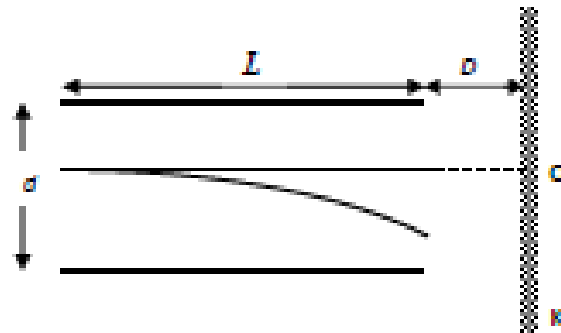
6.

Σωματίδιο μάζας $m = 3,2 \cdot 10^{-16}$ kg και φορτίου $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C επιταχύνεται από τάση $V = 4000$ V.

Δ1) Να υπολογίσετε την ταχύτητα που απέκτησε το σωματίδιο εξαιτίας της τάσης V .

Μονάδες 4

Στη συνέχεια, το σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, που δημιουργείται μεταξύ των οριζόντιων πλακών ενός επίπεδου πυκνωτή, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Οι οπλισμοί του πυκνωτή έχουν μήκος $L = 0,8$ m, ενώ η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών είναι 5000 N/C. Το σωματίδιο διαγράφει, εντός του πεδίου, την τροχιά που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Μετά την έξοδο του από το πεδίο του πυκνωτή, το σωματίδιο χτυπάει στο σημείο Κ φθορίζουσα οθόνης η οποία απέχει απόσταση $D = 0,2$ m από το άκρο του πυκνωτή. Να υπολογίσετε:

Δ2) το μέτρο της επιτάχυνσης που αποκτά το σωματίδιο κατά την κίνησή του μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 7

Δ3) το χρόνο κίνησης του σωματιδίου μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή και την ταχύτητα εξόδου του σωματιδίου σε μέτρο και κατεύθυνση.

Μονάδες 8

Δ4) την απόσταση (OK) στην οθόνη, όπου Ο το σημείο της φθορίζουσας οθόνης που βρίσκεται στην προέκταση της διεύθυνσης της ταχύτητας με την οποία εισέρχεται το σωματίδιο στο ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 6

Να θεωρήσετε τις βαρυτικές δυνάμεις και την αντίσταση του αέρα αμελητέες.

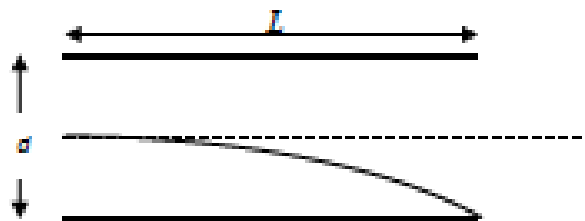
7.

Σωματίδιο μάζας $m = 3,2 \cdot 10^{-16}$ kg και ηλεκτρικού φορτίου $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C επιταχύνεται από τάση $V = 4000$ V.

Δ1) Να υπολογίσετε την ταχύτητα που απέκτησε το σωματίδιο εξαιτίας της τάσης V .

Μονάδες 4

Στη συνέχεια, το σωματίδιο εισέρχεται στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, που δημιουργείται μεταξύ των οριζόντιων πλακών ενός επίπεδου πυκνωτή, κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Οι οπλισμοί του πυκνωτή έχουν μήκος L , απέχουν απόσταση $d = 0,4$ m, και η διαφορά δυναμικού μεταξύ τους είναι $V_C = 2000$ V. Το σωματίδιο διαγράφει την τροχιά που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το σημείο εισόδου του σωματιδίου είναι στη μέση της απόστασης των δύο οπλισμών. Το σημείο εξόδου είναι εφαπτομενικά στο άκρο του κάτω οπλισμού.



Να υπολογίσετε:

Δ2) Το μέτρο της επιτάχυνσης που αποκτά το σωματίδιο κατά την κίνησή του μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 6

Δ3) Το μήκος L των οπλισμών του πυκνωτή.

Μονάδες 8

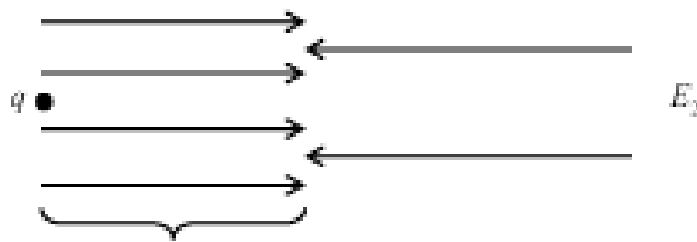
Δ4) Την ταχύτητα εξόδου του σωματιδίου σε μέτρο και κατεύθυνση.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε τις βαρυτικές δυνάμεις και την αντίσταση του αέρα αμελητέες.

8.

Σημειακό σώμα με ηλεκτρικό φορτίο $q = 1 \mu\text{C}$ και μάζα $m = 1 \text{g}$ αφήνεται από την ηρεμία σε ομογενές οριζόντιο ηλεκτροστατικό πεδίο έντασης μέτρου $E_1 = 2 \cdot 10^3 \text{ N/C}$. Το φορτίο διανύει απόσταση $d = 4 \text{ m}$ μέσα στο ηλεκτροστατικό πεδίο, όπως στο σχήμα.



Δ1) Να βρεθεί το μέτρο της επιτάχυνσης του σημειακού φορτίου q .

Μονάδες 5

Δ2) Να βρεθεί ο χρόνος που χρειάζεται το σώμα για να διανύσει την απόσταση d μέσα στο ηλεκτροστατικό πεδίο έντασης E_1 και η ταχύτητα που έχει αποκτήσει τότε.

Μονάδες 8

Το σώμα αφού εξέλθει από το ηλεκτρικό πεδίο έντασης E_1 , εισέρχεται αμέσως σε δεύτερο ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο έντασης μέτρου E_2 , και αντίθετης κατεύθυνσης από το πεδίο έντασης E_1 .

Δ3) Αν ο χρόνος κίνησης από τη στιγμή που αφήνεται από την ηρεμία μέχρι να σταματήσει στιγμαία για πρώτη φορά είναι $\delta \text{ s}$, να βρεθεί το μέτρο της έντασης του δεύτερου πεδίου E_2 .

Μονάδες 6

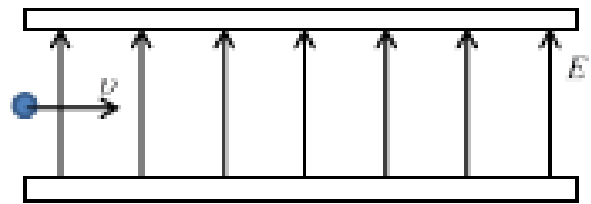
Δ4) Αν W_1 είναι το έργο που εκτελείται στο σωματίδιο από το ηλεκτρικό πεδίο έντασης E_1 κατά τη διάρκεια της κίνησης του σωματιδίου μέσα στο πεδίο, ενώ W_2 είναι το έργο που εκτελείται στο σωματίδιο από το ηλεκτρικό πεδίο έντασης E_2 , από τη χρονική στιγμή που το σωματίδιο εισέρχεται στο πεδίο αυτό, μέχρι να σταματήσει στιγμαία, να βρεθεί το πηλίκο W_1/W_2 .

Μονάδες 6

Να αγνοήσετε τη βαρυντική δύναμη, τριβές και την αντίσταση του αέρα.

9.

Σε έναν επίπεδο πυκνωτή οι οπλισμοί του είναι οριζόντιοι, ενώ στο εσωτερικό του υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό πεδίο με ένταση μέτρου $E = 10^3 \frac{N}{C}$ και κατεύθυνσης αντίθετης από την



κατεύθυνση της επιτάχυνσης της βαρύτητας, όπως φαίνεται στο σχήμα. Οι οπλισμοί του πυκνωτή έχουν μήκος $L = 0,1m$, ενώ η απόσταση μεταξύ τους είναι $d = 2cm$. Ο πυκνωτής είναι μόνιμα συνδεδεμένος με πηγή σταθερής τάσης. Φορτισμένο σημειακό σώμα με μάζα $m = 4 \cdot 10^{-3} kg$ και φορτίο $q = 3 \cdot 10^{-3} C$ εισέρχεται στο πεδίο του πυκνωτή με ταχύτητα κάθετη στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου και στο μέσο της απόστασης μεταξύ των δύο οπλισμών.

Δ1) Να βρεθεί η επιτάχυνση του φορτίου για όσο διάστημα βρίσκεται στο εσωτερικό του πυκνωτή.

Μονάδες 6

Δ2) Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας του σώματος για να περάσει «ξυστά» από τον κάτω οπλισμό του πυκνωτή.

Μονάδες 6

Δ3) Αν εκτοξεύαμε κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πυκνωτή ένα σημειακό σώμα με μάζα $m = 4 \cdot 10^{-3} kg$ και φορτίο q' ποια θα ήταν η τιμή του φορτίου, ώστε αυτό να εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση στο εσωτερικό του πυκνωτή;


Μονάδες 6

Ο πυκνωτής αποσυνδέεται από την πηγή με την οποία ήταν συνδεδεμένος αρχικά και συνδέεται με μια πηγή τάσης V_0 ίδιας πολικότητας με την προηγούμενη.

Δ4) Να βρείτε την τιμή της τάσης V_0 ώστε αν το φορτίο $q = 3 \cdot 10^{-3} C$ εκτοξευτεί κάθετα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου στο μέσο της απόστασης μεταξύ των οπλισμών με ταχύτητα μέτρου $u_0 = 1 m/s$, να περάσει «ξυστά» από τον πάνω οπλισμό του πυκνωτή.

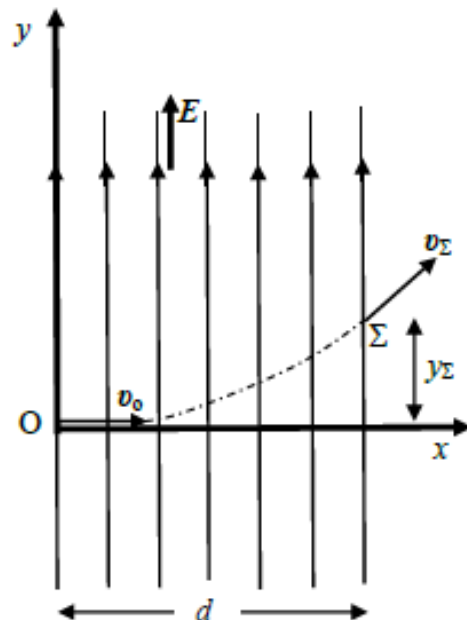
Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 m/s^2$. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

10. Σημειακό σώμα Σ1 μάζας $m = 10^{-3} \text{ kg}$ και φορτίου $q = 10^{-5} \text{ C}$ αφήνεται ακίνητο σε σημείο ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης μέτρου $E = 10^3 \text{ N/C}$. Το σώμα μπορεί να κινείται σε οριζόντιο δάπεδο μεγάλης έκτασης, κατασκευασμένο από κάποιο μονωτικό υλικό, χωρίς τριβές. Στο σχήμα βλέπουμε την κάτοψη του ηλεκτρικού πεδίου.
- 
- Δ1) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση του σώματος και η ταχύτητα που αυτό θα έχει αποκτήσει όταν διανύσει απόσταση $d = 20 \text{ m}$.
- Μονάδες 8*
- Δ2) Να υπολογιστεί η απόλυτη τιμή της διαφοράς δυναμικού μεταξύ της θέσης από την οποία αφήθηκε το σώμα και της τελικής του θέσης.
- Μονάδες 4*
- Δ3) Όταν το σώμα Σ1 διανύσει την απόσταση $d = 20 \text{ m}$, συναντά δεύτερο σημειακό σώμα Σ2, το οποίο έχει μηδενικό ηλεκτρικό φορτίο και αρχικά βρίσκεται ακίνητο. Τα δύο σώματα συγκρούονται πλαστικά. Να υπολογίσετε τη μάζα του δεύτερου σώματος ώστε κατά τη σύγκρουση η απώλεια μηχανικής ενέργειας να είναι ίση με το 75% της αρχικής ενέργειας του σώματος Σ1.
- Μονάδες 6*
- Δ4) Να υπολογίσετε την ταχύτητα που θα έπρεπε να είχε το δεύτερο σώμα, κατά μέτρο και κατεύθυνση, ώστε όταν συγκρουστεί πλαστικά με το Σ1, το συσσωμάτωμα να επιστρέψει με μηδενική ταχύτητα στην αρχική θέση από την οποία αφήθηκε το Σ1.
- Μονάδες 7*
- Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

11. Πρωτόνιο κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v_0 = 10^5 \text{ m/s}$ και τη χρονική στιγμή $t_1 = 0$ εισέρχεται στο σημείο Ο σε κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, η φορά των γραμμών του οποίου είναι από πάνω προς τα κάτω και το μέτρο της έντασής του είναι $E = 10^3 \text{ N/C}$. Τη χρονική στιγμή $t_2 = 1 \text{ μs}$ το πρωτόνιο βρίσκεται στη θέση Α του πεδίου.
- Να υπολογιστούν:
- Δ1) Η επιτάχυνση που αποκτά το πρωτόνιο κατά μέτρο και κατεύθυνση.
- Μονάδες 6*
- Δ2) Η οριζόντια καθώς και η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των σημείων Ο και Α.
- Μονάδες 6*
- Δ3) Το μέτρο και η κατεύθυνση της ταχύτητας του πρωτονίου στο σημείο Α
- Μονάδες 7*
- Δ4) Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Ο και Α
- Μονάδες 6*
- Δίνεται η μάζα του πρωτονίου $m = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ και το φορτίο του $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Θεωρούμε ότι το πρωτόνιο δέχεται μόνο τη δύναμη από το προαναφερόμενο ηλεκτρικό πεδίο.

12. Πρωτόνιο επιταχύνεται από ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, ξεκινώντας από την ηρεμία κινούμενο μεταξύ δύο σημείων με διαφορά δυναμικού $V = 200 \text{ V}$, οπότε αποκτά οριζόντια ταχύτητα μέτρου v_0 κατά την έξοδό του από το πεδίο. Στη συνέχεια εισέρχεται από ένα σημείο O σε ένα δεύτερο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, έντασης μέτρου $E = 10^3 \text{ N/C}$, κάθετα στις δυναμικές γραμμές, όπως παριστάνεται στο σχήμα. Το δεύτερο ηλεκτρικό πεδίο εκτείνεται σε οριζόντια απόσταση $d = 0,2 \text{ m}$. Το πρωτόνιο εξέρχεται από το δεύτερο πεδίο από το σημείο Σ έχοντας αποκτήσει ταχύτητα μέτρου v_Σ . Να υπολογιστούν:



Δ1) το μέτρο της ταχύτητας v_0 ,

Μονάδες 6

Δ2) ο χρόνος κίνησης του πρωτονίου στο δεύτερο ηλεκτρικό πεδίο,

Μονάδες 6

Δ3) η εκτροπή του πρωτονίου y_Σ κατά μήκος του άξονα y ,

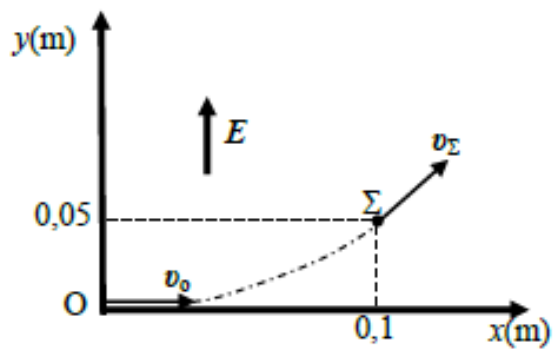
Μονάδες 7

Δ4) το μέτρο της ταχύτητας εξόδου v_Σ του πρωτονίου από το δεύτερο πεδίο.

Μονάδες 6

Δίνεται ότι το πηλίκο του ηλεκτρικού φορτίου προς τη μάζα του πρωτονίου είναι ίσο με 10^8 C/kg και ότι το πρωτόνιο δέχεται δύναμη μόνο από τα αναφερόμενα ηλεκτρικά πεδία.

13. Πρωτόνιο κινείται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v_0 = 10^5$ m/s και τη χρονική στιγμή $t_1 = 0$ εισέρχεται, από το σημείο O, σε κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του οποίου η φορά της έντασης είναι όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σημείο O είναι η αρχή των αξόνων συστήματος συντεταγμένων (x,y) , (στο O είναι η τιμή μηδέν και για τους δύο άξονες). Την χρονική στιγμή t_2 το πρωτόνιο βρίσκεται στη θέση Σ του πεδίου με συντεταγμένες $x = 0,1$ m, και $y = 0,05$ m.



Να υπολογιστούν:

Δ1) Η χρονική στιγμή t_2 κατά την οποία το πρωτόνιο βρίσκεται στο σημείο Σ.

Μονάδες 6

Δ2) Το μέτρο E της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου.

Μονάδες 6

Δ3) Η κινητική ενέργεια του πρωτονίου στο σημείο Σ.

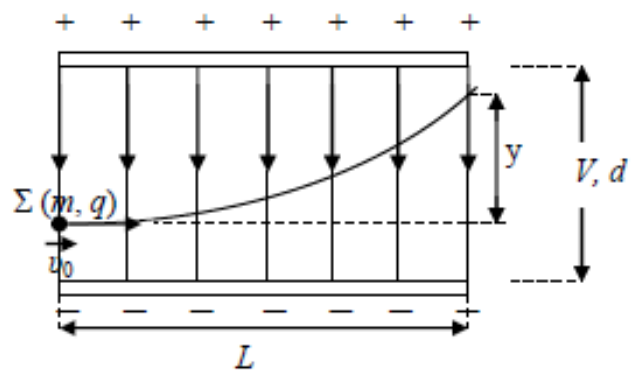
Μονάδες 7

Δ4) Η εξίσωση της τροχιάς του πρωτονίου.

Μονάδες 6

Δίνεται η μάζα του πρωτονίου $m = 1,6 \cdot 10^{-27}$ kg, το ηλεκτρικό του φορτίο, $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C, καθώς και ότι αυτό πρακτικά δέχεται μόνο τη δύναμη από το προαναφερόμενο ηλεκτρικό πεδίο.

14. Ένα σωματίδιο Σ έχει μάζα $m = 2 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$ και ηλεκτρικό φορτίο $q = -10 \text{ } \mu\text{C}$. Το σωματίδιο εισέρχεται με αρχική ταχύτητα μέτρου $v_0 = 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ σε κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, το οποίο δημιουργείται ανάμεσα στους οριζόντιους οπλισμούς επίπεδου πυκνωτή που απέχουν μεταξύ τους $d = 10 \text{ cm}$. Η κατεύθυνση της ταχύτητας εισόδου του σωματιδίου είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, ενώ το σημείο εισόδου του βρίσκεται κοντά στον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σωματίδιο κινείται μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο για χρόνο $t = 2 \cdot 10^{-5} \text{ s}$ και στη συνέχεια εξέρχεται από αυτό. Στα άκρα του πυκνωτή επικρατεί ηλεκτρική τάση $V = 2 \cdot 10^3 \text{ V}$, ενώ το μήκος του κάθε οπλισμού του πυκνωτή είναι L . Να θεωρήσετε τις βαρυτικές αλληλεπιδράσεις αμελητέες. Να υπολογίσετε:



Δ1) το μήκος L του κάθε οπλισμού του επίπεδου πυκνωτή.

Μονάδες 5

Δ2) την κατακόρυφη απόκλιση y του σωματιδίου από την αρχική του διεύθυνση, κατά την έξοδό του από το ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 7

Δ3) το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σωματιδίου κατά τη κίνησή του μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο.

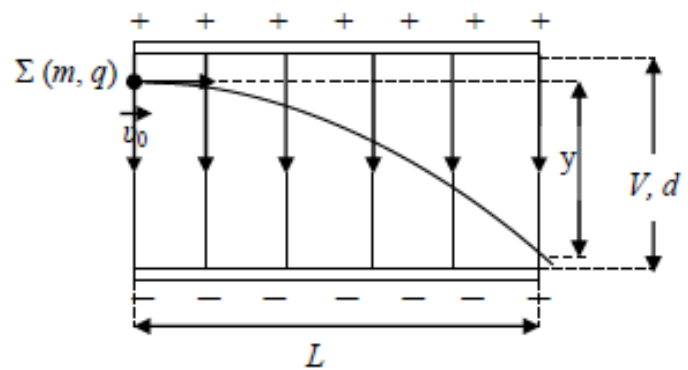
Μονάδες 6

Δ4) το μέτρο της ταχύτητας με την οποία εξέρχεται το σωματίδιο από το ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 7

15.

Ένα σωματίδιο Σ έχει μάζα m και ηλεκτρικό φορτίο $q = 2 \mu\text{C}$. Το σωματίδιο εισέρχεται με αρχική ταχύτητα μέτρου $v_0 = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ σε κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, το οποίο δημιουργείται ανάμεσα στους οριζόντιους οπλισμούς επίπεδου



πυκνωτή που απέχουν μεταξύ τους $d = 8 \text{ cm}$. Η κατεύθυνση της ταχύτητας εισόδου του σωματιδίου είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, ενώ το σημείο εισόδου του βρίσκεται κοντά στο θετικό οπλισμό του πυκνωτή, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σωματίδιο κινείται μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο για χρόνο t και στη συνέχεια εξέρχεται από αυτό. Στα άκρα του πυκνωτή επικρατεί ηλεκτρική τάση $V = 8 \cdot 10^3 \text{ V}$, ενώ το μήκος του κάθε οπλισμού του πυκνωτή είναι $L = 10 \text{ cm}$.

Να υπολογίσετε:

Δ1) Το χρόνο t που διαρκεί η κίνηση του σωματιδίου Σ μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 5

Δ2) Τη μάζα m του σωματιδίου, αν η κατακόρυφη απόκλιση του σωματιδίου, από την αρχική του διεύθυνση, κατά την έξοδό του από το ηλεκτρικό πεδίο είναι $y = 5 \text{ cm}$.

Μονάδες 7

Δ3) Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σωματιδίου κατά τη κίνησή του μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 6

Δ4) Τη ταχύτητα με την οποία εξέρχεται το σωματίδιο από το ηλεκτρικό πεδίο.

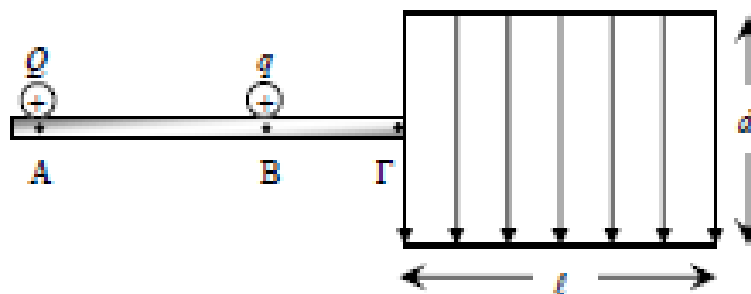
Μονάδες 7

Να θεωρήσετε τις βαρυτικές αλληλεπιδράσεις και την αντίσταση του αέρα μηδενικές.

16. Φορτίο $Q = 20 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ βρίσκεται στερεωμένο στην θέση Α σε οριζόντιο επίπεδο. Ένα άλλο σωματίο, με μάζα $m = 10^{-6} \text{ kg}$ και φορτίο $q = 4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, βρίσκεται δεξιά από αυτό, στην θέση Β. Τα δύο φορτία απέχουν απόσταση $AB = r_1 = 2 \text{ m}$. Κάποια στιγμή το q αφήνεται ελεύθερο και κινείται λόγω της αλληλεπίδρασής του με το φορτίο Q πάνω στο οριζόντιο επίπεδο, χωρίς τριβές, προς την θέση Γ. Το σημείο Α απέχει από το σημείο Γ απόσταση $AG = r_2 = 2,5 \text{ m}$.

Μετά το σημείο Γ το q εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης $E = 10^2 \text{ V/m}$ και μήκους $\ell = 0,12 \text{ m}$. Το ομογενές πεδίο δημιουργείται ανάμεσα στους παράλληλους οριζόντιους οπλισμούς φορτισμένου πυκνωτή που απέχουν απόσταση d . Το φορτίο q εισέρχεται στο μέσο της απόστασης d και όταν το q εισέρχεται στο ομογενές πεδίο απομακρύνουμε το φορτίο Q ώστε τα δύο φορτία πλέον να μην αλληλεπιδρούν.

Κατά την κίνηση του q μέσα στο ομογενές πεδίο θεωρούμε ότι η επίδραση του βαρυτικού πεδίου είναι αμελητέα.



Να υπολογίσετε :

Δ1) Την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των φορτίων Q και q , όταν το q είναι στην θέση Β και όταν είναι στην θέση Γ.

Μονάδες 5

Δ2) Το χρόνο που κάνει το q για να διασχίσει το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 6

Δ3) Την εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζει η ταχύτητα του φορτίου q με το οριζόντιο επίπεδο όταν αυτό εξέρχεται από το ομογενές πεδίο.

Μονάδες 7

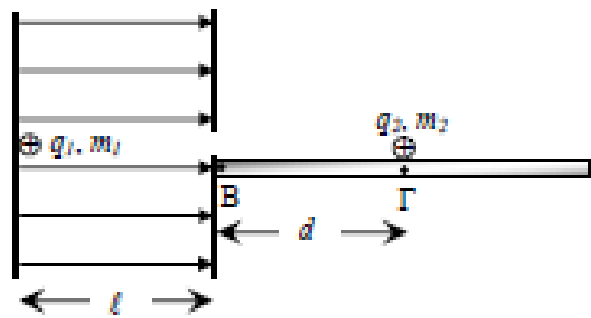
Δ4) Την απόσταση d ώστε όταν το q εξέρχεται από το πεδίο, να περνά εφαπτομενικά από την κάτω πλάκα του πυκνωτή.

Μονάδες 7

Δίνεται η σταθερά του νόμου του Coulomb $k_C = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$.

17.

Ποικνωτής αποτελείται από κατακόρυφος οπλισμούς που απέχουν απόσταση $\ell = 0,1 \text{ m}$. Η τάση ανάμεσα στους οπλισμούς του είναι $V = 100 \text{ V}$. Στο θετικό οπλισμό αφήνουμε, χωρίς αρχική ταχύτητα, φορτισμένο σωμάτιο (I) μάζας $m_1 = 10^{-6} \text{ kg}$ και φορτίου $q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. Το σωμάτιο (I) επιταχύνεται υπό την επίδραση του πεδίου του ποικνωτή και τελικά εξέρχεται από μία οπή στον αρνητικό οπλισμό του ποικνωτή στο σημείο B.



Κατά αυτή την κίνηση του σωματίου (I) θεωρούμε την επίδραση του βαροπτικού πεδίου αμελητέα.

Δ1) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σωματίου (I) κατά την κίνησή του μέσα στον ποικνωτή.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε την ταχύτητα v_B του σωματίου (I) όταν φτάνει στον αρνητικό οπλισμό (σημείο B).

Μονάδες 6

Μόλις το σωμάτιο (I) εξέρχεται από τον ποικνωτή, συνεχίζει να κινείται σε λείο μονωμένο οριζόντιο επίπεδο με την ταχύτητα v_B . Με κατάλληλη διάταξη το πεδίο του ποικνωτή περιορίζεται μόνο εντός των οπλισμών του ποικνωτή και επομένως δεν επηρεάζει πλέον την κίνηση του φορτισμένου σωματίου (I).

Τη χρονική στιγμή που το σωμάτιο (I) εξέρχεται από το ηλεκτρικό πεδίο του ποικνωτή, τοποθετείται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο σε σημείο που απέχει από το B απόσταση $B\Gamma = d = 2 \text{ m}$, ελεύθερο ακίνητο φορτισμένο σωμάτιο (II), μάζας $m_2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$ και φορτίου $q_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$. Το σωμάτιο (II) αλληλεπιδρά με το σωμάτιο (I).

Δ3) Να εξηγήσετε τι συμβαίνει όταν τα δύο σωμάτια (I) και (II) απέχουν την ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους και να υπολογίσετε τότε την ταχύτητά τους.

Μονάδες 6

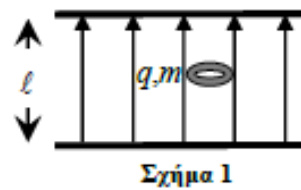
Δ4) Να υπολογίσετε την ενέργεια του συστήματος των σωματίων (I) και (II) όταν απέχουν την ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους.

Μονάδες 7

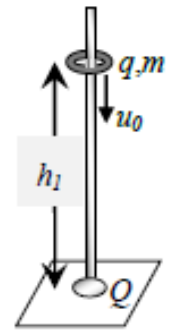
Δίνεται η σταθερά του νόμου του Coulomb $k_C = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$. Οι διαστάσεις του ποικνωτή και η απόσταση d , έχουν σχεδιαστεί στο σχήμα εκτός κλίμακας.

18.

Μικρή, θετικά φορτισμένη χάντρα, μάζας $m = 6 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ και φορτίου q ισορροπεί ανάμεσα στους οριζόντιους οπλισμούς πυκνωτή (σχήμα 1). Η τάση μεταξύ των οπλισμών είναι $V = 12000 \text{ V}$ και η απόστασή τους είναι $\ell = 0,2 \text{ m}$.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

Δ1) Να υπολογίσετε το φορτίο της χάντρας.

Μονάδες 6

Διπλασιάζουμε την απόσταση των οπλισμών χωρίς να μεταβάλλουμε την τάση ανάμεσά τους. Η χάντρα αρχίζει να κινείται. Αν κινηθεί για $0,2 \text{ s}$ μεταβαίνει από τη θέση Α στην οποία ισορροπούσε αρχικά σε μια τελική θέση Γ.

Δ2) Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της διαφοράς δυναμικού ανάμεσα στις θέσεις Α και Γ.

Μονάδες 6

Αφαιρούμε τη φορτισμένη χάντρα από το πεδίο του πυκνωτή και την περνάμε μέσα σε πολύ λεπτή κατακόρυφη ράβδο, από μονωτικό υλικό (σχήμα 2). Η χάντρα μπορεί να κινείται κατά μήκος της ράβδου χωρίς τριβές. Στη βάση της ράβδου, που είναι στερεωμένη σε οριζόντιο επίπεδο, βρίσκεται στερεωμένο σώμα με φορτίο $Q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$.

Δ3) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια που έχει το σύστημα χάντρα – φορτίο Q όταν η χάντρα απέχει $h_1 = 1 \text{ m}$ από το Q .

Μονάδες 6

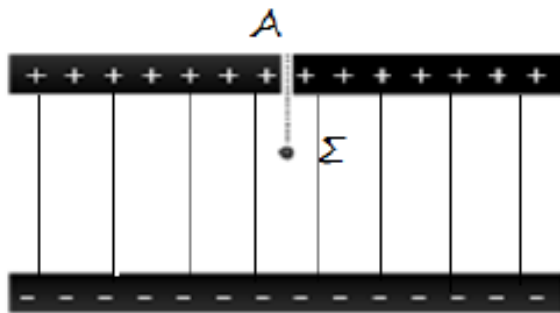
Από ύψος $h_1 = 1 \text{ m}$ εκτοξεύουμε τη χάντρα προς τα κάτω με αρχική ταχύτητα v_0 . Η χάντρα φτάνει σε ύψος $h_2 = 0,2 \text{ m}$ από το φορτίο Q και σταματά στιγμαία.

Δ4) Να υπολογίσετε την ταχύτητα με την οποία εκτοξεύσαμε την χάντρα προς τα κάτω.

Μονάδες 7

Δίνεται η σταθερά του νόμου του Coulomb $k_C = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$. Τριβές δεν υπάρχουν και η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

19. Αρνητικά φορτισμένες σταγόνες λαδιού εισέρχονται, με μηδενική περίπου ταχύτητα, από την οπή A που υπάρχει στο θετικό οπλισμό επίπεδου πυκνωτή. Όλο το σύστημα βρίσκεται σε κενό. Η σταγόνα Σ, με μάζα $m = 0,1 \text{ g}$ και φορτίο $q = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, κινείται ήδη εντός του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή, που έχει ένταση $E = 60 \text{ kV/m}$. Η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή είναι $d = 10 \text{ mm}$.



Δ1) Να σχεδιάσετε τη φορά των δυναμικών γραμμών του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή, και να υπολογίσετε την ηλεκτρική δύναμη που δέχεται η σταγόνα Σ.

Μονάδες 5

Δ2) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που δέχεται η σταγόνα, καθώς και την κατεύθυνση της

κίνησής της. Υπολογίστε την επιτάχυνση με την οποία κινείται.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε το έργο της ηλεκτρικής δύναμης κατά τη μετακίνηση της σταγόνας λαδιού από τον ένα στον άλλο οπλισμό του πυκνωτή.

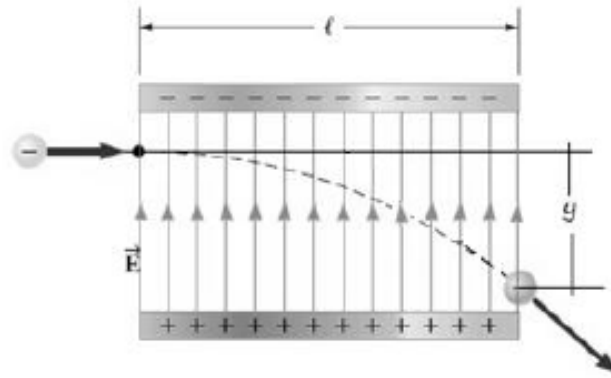
Μονάδες 6

Δ4) Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας της σταγόνας κατά την κίνησή της από τον ένα στον άλλο οπλισμό του πυκνωτή.

Μονάδες 8

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g = 10 \text{ m/s}^2$. Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.

20. Οι παράλληλοι οπλισμοί ενός επίπεδου πυκνωτή απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 1 \text{ cm}$, και έχουν διαφορά δυναμικού $V = 1000 \text{ V}$. Ο κάθε οπλισμός είναι τετράγωνος με πλευρά $\ell = 10 \text{ cm}$. Δέσμη ηλεκτρονίων, κινητικής ενέργειας $K = 10^{-14} \text{ J}$, εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή και τελικά εξέρχεται εφαπτομενικά από τον κάτω οπλισμό του πυκνωτή, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Να υπολογιστούν:



Δ1) Η χωρητικότητα του πυκνωτή.

Μονάδες 4

Δ2) Η ένταση E του ηλεκτρικού πεδίου και η ηλεκτρική δύναμη F που δέχεται κάθε ηλεκτρόνιο. Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της δύναμης \vec{F} .

Μονάδες 6

Δ3) Η απόσταση y του σημείου εξόδου της δέσμης από την αρχική διεύθυνσή της.

Μονάδες 10

Δ4) Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου, καθώς και το έργο της ηλεκτρικής δύναμης που ασκείται σε καθένα από τα ηλεκτρόνια της δέσμης κατά τη διάρκεια της κίνησής τους στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή.

Μονάδες 5

Δίνονται η σταθερά $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$ και το φορτίο του ηλεκτρονίου $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

21. Ηλεκτρόνιο επιταχύνεται εντός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου, κατά μήκος δυναμικής γραμμής και μεταξύ δυο σημείων με διαφορά δυναμικού V_1 . Στη συνέχεια εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές γραμμές άλλου ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται μεταξύ των παράλληλων οπλισμών επίπεδου πυκνωτή με τάση $V_2 = 300 \text{ V}$. Το σημείο εισόδου του ηλεκτρονίου είναι πολύ κοντά στον αρνητικό οπλισμό, ενώ το σημείο εξόδου είναι πολύ κοντά στον θετικό οπλισμό. Το μήκος των οπλισμών του πυκνωτή είναι L και η απόσταση μεταξύ τους είναι $d = 1 \text{ cm}$.

Δ1) Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης E του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή και το μέτρο της δύναμης F που ασκείται στο ηλεκτρόνιο κατά τη διάρκεια της κίνησής του εντός του ηλεκτρικού πεδίου.

Μονάδες 6

Δ2) Να δείξετε ότι ο χρόνος κίνησης του ηλεκτρονίου εντός του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή

είναι $t = d \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot m_e}{|e| \cdot V_2}}$, όπου m_e η μάζα του ηλεκτρονίου και e το φορτίο του.

Μονάδες 5

Δ3) Αν η κινητική ενέργεια K_2 με την οποία φτάνει το ηλεκτρόνιο στην έξοδο από το ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή είναι 30% μεγαλύτερη από την κινητική ενέργεια K_1 που είχε κατά την είσοδό του στον πυκνωτή, να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού V_1 .

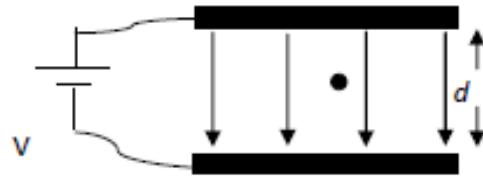
Μονάδες 8

Δ4) Να υπολογίσετε τη γωνιακή εκτροπή του ηλεκτρονίου (δηλαδή τη γωνία που σχηματίζει η ταχύτητα τη στιγμή της εξόδου με την αρχική διεύθυνση κίνησης) κατά τη διέλευσή του από τον πυκνωτή.

Μονάδες 6

Δίνονται η απόλυτη τιμή του ηλεκτρικού φορτίου του ηλεκτρονίου $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ και $\sin 40^\circ = \sqrt{\frac{10}{13}}$. Να αγνοήσετε την επίδραση της βαρύτητας και του ατμοσφαιρικού αέρα στην κίνηση του ηλεκτρονίου.

22. Οι δύο φορτισμένες οριζόντιες μεταλλικές πλάκες του σχήματος συνδέονται με πηγή συνεχούς τάσης V και απέχουν απόσταση d . Στο χώρο μεταξύ των πλακών, στο μέσο της απόστασης τους, αιωρείται μικρή σταγόνα μάζας $m = 2 \cdot 10^{-4}$ kg και φορτίου $q = -2 \cdot 10^{-7}$ C.



Δ1) Αν η σταγόνα ισορροπεί, να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των πλακών.

Μονάδες 6

Διπλασιάζουμε την τάση της πηγής, διατηρώντας σταθερή την απόσταση των πλακών, οπότε η σταγόνα αρχίζει να κινείται κατακόρυφα.

Δ2) Να προσδιορίσετε την κατεύθυνση προς την οποία θα κινηθεί η σταγόνα και να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης που θα αποκτήσει.

Μονάδες 6

Δ3) Αν η σταγόνα φτάνει στη πλάκα, προς την οποία κινήθηκε, με ταχύτητα μέτρου $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, να υπολογίσετε την απόσταση d μεταξύ των πλακών.

Μονάδες 7

Δ4) Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του βάρους της σταγόνας καθώς και το έργο της ηλεκτρικής δύναμης του πεδίου κατά τη μετακίνηση της σταγόνας από την αρχική της θέση μέχρι τη στιγμή που φτάνει στην πλάκα προς την οποία κινήθηκε.

Μονάδες 6

Δίνεται ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Η επίδραση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

23. Δυο κατακόρυφες, παράλληλες, μεταλλικές πλάκες ίδιου εμβαδού και σχήματος απέχουν μεταξύ τους $d = 10 \text{ cm}$ και είναι φορτισμένες με τάση $V = 1000 \text{ V}$. Ένα αρνητικά σωματίδιο, μάζας $m = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$ και ηλεκτρικού φορτίου $q = -6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ εισέρχεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, παράλληλα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, από μια οπή της θετικά φορτισμένης πλάκας. Η ταχύτητα του σωματιδίου μηδενίζεται στιγμιαία αφού διανύσει απόσταση x μέσα στο πεδίο.

Δ1) Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του σωματιδίου κατά την κίνησή του μέσα στο πεδίο.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ του σημείου εισόδου του σωματιδίου και του σημείου στο οποίο μηδενίζεται στιγμιαία η ταχύτητά του.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε την απόσταση x .

Μονάδες 6

Δ4) Κάποια χρονική στιγμή t_1 , ενώ η φορά κίνησης του σωματιδίου έχει αντιστραφεί, το σωματίδιο έχει κινητική ενέργεια $K = \frac{1}{4} K_0$, όπου K_0 η κινητική ενέργεια που είχε τη στιγμή $t_0 = 0$. Να υπολογίσετε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του σωματιδίου στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$, καθώς και τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 7

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα, και οι βαρυτικές δυνάμεις δε λαμβάνονται υπόψη.

24. Επίπεδος πυκνωτής φορτίζεται από τάση $V = 100 \text{ V}$ και αποκτά φορτίο $Q = 4 \text{ } \mu\text{C}$. Ο πυκνωτής αποτελείται από δυο κατακόρυφες μεταλλικές πλάκες, ίδιου εμβαδού και σχήματος οι οποίες απέχουν μεταξύ τους $d = 10 \text{ cm}$. Ένα ηλεκτρόνιο εισέρχεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, με ταχύτητα μέτρου v_0 , παράλληλα στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, από μια οπή της θετικά φορτισμένης πλάκας. Η ταχύτητα του ηλεκτρονίου μηδενίζεται στιγμιαία μόλις φτάνει στην αρνητικά φορτισμένη πλάκα, αποκλειστικά λόγω της επίδρασης του ηλεκτρικού πεδίου.

Δ1) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στον παραπάνω πυκνωτή.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του ηλεκτρονίου κατά τη κίνησή του μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε την αρχική κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου.

Μονάδες 7

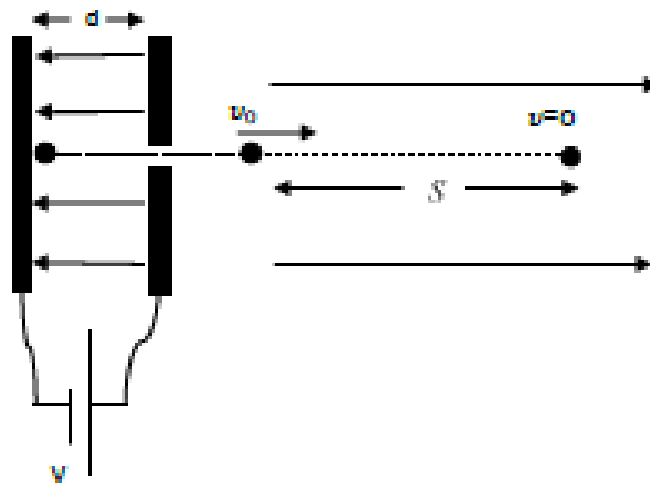
Δ4) Αν το ηλεκτρόνιο εισέρχονταν με την ίδια αρχική ταχύτητα v_0 από μια οπή της αρνητικά φορτισμένης πλάκας θα έφτανε στη θετικά φορτισμένη πλάκα με ταχύτητα μέτρου v_1 . Να υπολογίσετε το πηλίκο των μέτρων των ταχυτήτων $\frac{v_1}{v_0}$.

Μονάδες 7

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα, και οι βαρυτικές δυνάμεις δεν λαμβάνονται υπόψη. Το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

25.

Ηλεκτρόνιο ξεκινά από τον αρνητικό οπλισμό ενός πυκνωτή, στο χώρο μεταξύ των οπλισμών του οποίου υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό πεδίο. Η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του είναι $d = 3,5 \text{ cm}$, και η τάση που εφαρμόζεται στους οπλισμούς του είναι $V = 35 \text{ V}$. Τη στιγμή που εξέρχεται από τον θετικό οπλισμό έχει αποκτήσει ταχύτητα μέτρου v_0 . Στη συνέχεια μπαίνει σε δεύτερο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο ομόρροπα με τη φορά των δυναμικών γραμμών του πεδίου.



Δ1) Να υπολογίσετε το ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή του ηλεκτρονίου κατά τη διάρκεια της κίνησής του μέσα στο πρώτο πεδίο.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας v_0 .

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε την ένταση \vec{E} του δεύτερου πεδίου ώστε το ηλεκτρόνιο να σταματήσει για πρώτη φορά αφού διανύσει στο δεύτερο πεδίο απόσταση $S = 0,07 \text{ m}$.

Μονάδες 7

Δ4) Αν t_1 είναι το χρονικό διάστημα κίνησης του ηλεκτρονίου στο πρώτο πεδίο και t_2 το χρονικό διάστημα κίνησης του ηλεκτρονίου στο δεύτερο πεδίο να υπολογιστεί ο λόγος $\frac{t_1}{t_2}$.

Μονάδες 7

Δίνονται: φορτίο ηλεκτρονίου $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, μάζα ηλεκτρονίου $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, το πηλίκο $e/m = 1,75 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$. Οι βαρυτικές δυνάμεις θεωρούνται αμελητέες.

26. Δυο παράλληλες μεταλλικές πλάκες ίδιου εμβαδού και σχήματος απέχουν μεταξύ τους $d = 10 \text{ cm}$ και είναι φορτισμένες με τάση $V = 100 \text{ V}$. Ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται με ταχύτητα μέτρου v_0 , με κατεύθυνση αντίθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου, από μια οπή της θετικά φορτισμένης πλάκας και σταματά αφού διανύσει απόσταση $x = 6 \text{ cm}$ μέσα στο πεδίο. Η μάζα του σωματιδίου είναι $m = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$ και το φορτίο του $q = -6 \cdot 10^{-7} \text{ C}$.

Δ1) Να υπολογίσετε το ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλεται η ορμή του σωματιδίου κατά τη διάρκεια της κίνησής του μέσα στο πεδίο.

Μονάδες 5

Δ2) Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ του σημείου εισόδου και του σημείου στο οποίο μηδενίζεται στιγμιαία η ταχύτητα του σωματιδίου.

Μονάδες 5

Δ3) Να υπολογίσετε το μέτρο της αρχικής ταχύτητας \overline{v}_0 καθώς και τη χρονική στιγμή που η ταχύτητα του σωματιδίου μηδενίζεται στιγμιαία.

Μονάδες 8

Δ4) Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή της διαφοράς δυναμικού μεταξύ των πλακών, ώστε το σωματίδιο να φτάνει πάντα στην αρνητική πλάκα, αν οι πλάκες απέχουν σε κάθε περίπτωση απόσταση $d = 10 \text{ cm}$.

Μονάδες 7

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και οι βαρυτικές δυνάμεις δε λαμβάνονται υπόψη.

Σωματίδιο (Σ_1), με μάζα $m_1 = 4 \cdot 10^{-19} \text{ kg}$ και θετικό φορτίο $q_1 = 10^{-8} \text{ C}$, αφήνεται χωρίς αρχική ταχύτητα πολύ κοντά στο θετικό οπλισμό φορτισμένου πυκνωτή και στο εσωτερικό του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου που έχει δημιουργηθεί μεταξύ των οπλισμών του.



Η τάση φόρτισης του πυκνωτή είναι $V = 2000 \text{ V}$ και η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του $d = 8 \text{ cm}$. Η κίνηση του σωματιδίου (Σ_1) είναι ευθύγραμμη, παράλληλη με τις δυναμικές γραμμές του ομογενούς πεδίου του πυκνωτή και ακριβώς πάνω στην ευθεία της τροχιάς αυτής, υπάρχει μια τρύπα στον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή. Από το άνοιγμα αυτό, το σωματίδιο εξέρχεται από το ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή με την ταχύτητα \bar{v}_0 που απέκτησε στο τέλος της κίνησής του μέσα σε αυτό το πεδίο. Στην ευθεία της κίνησης του σωματιδίου (Σ_1) και σε μεγάλη απόσταση από το σημείο εξόδου του από τον πυκνωτή, υπάρχει άλλο σωματίδιο (Σ_2) της ίδια μάζας ($m_2 = m_1$) αλλά διπλάσιου θετικού φορτίου ($q_2 = 2q_1$) από το (Σ_1). Το (Σ_2) είναι αρχικά ακίνητο, αλλά είναι ελεύθερο να κινηθεί.

Δ1) Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σωματιδίου (Σ_1) κατά την κίνησή του στο ομογενές πεδίο του πυκνωτή.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογίσετε το χρόνο κίνησης του σωματιδίου (Σ_1) στο ομογενές πεδίο του πυκνωτή και το μέτρο v_0 της ταχύτητάς του καθώς εξέρχεται μέσω της τρύπας του αρνητικού οπλισμού από το πεδίο αυτό.

Μονάδες 6

Δ3) Να εξηγήσετε, καθώς το (Σ_1) κινείται προς το (Σ_2), ποια είναι η προϋπόθεση για να μειώνεται η μεταξύ τους απόσταση, και να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του σωματιδίου (Σ_1), όταν βρεθεί στην ελάχιστη απόσταση από το (Σ_2).

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογίσετε την ελάχιστη απόσταση μεταξύ των δύο σωματιδίων.

Μονάδες 7

Δίνεται η σταθερά $k_e = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$. Να θεωρήσετε το ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή ομογενές και σημαντικό μόνο μεταξύ των οπλισμών του, δηλαδή να θεωρήσετε ασήμαντη τη δράση του στο σωματίδιο (Σ_1), μετά την έξοδό του από αυτό. Να θεωρήσετε επίσης ότι οι βαρυτικές δυνάμεις μπορούν να αγνοηθούν και ότι οι πάσης φύσης αντιστάσεις στην κίνηση των σωματιδίων είναι ασήμαντες.

28. Φορτισμένο σωματίδιο μάζας 10^{-10} kg και φορτίου 10^{-10} C επιταχύνεται από την ηρεμία από διαφορά δυναμικού $V = 200$ V και στη συνέχεια εισέρχεται σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που σχηματίζεται μεταξύ δύο οριζοντίων μεταλλικών πλακών κάθετα στις δυναμικές γραμμές αυτού του δεύτερου πεδίου. Η ένταση του δεύτερου ηλεκτροστατικού πεδίου είναι 2000 N/C και το μήκος των παράλληλων φορτισμένων πλακών είναι $L = 10$ cm. Να υπολογίσετε:

Δ1) Το μέτρο της ταχύτητας εισόδου του φορτισμένου σωματιδίου στο ηλεκτρικό πεδίο των πλακών.

Μονάδες 5

Δ2) Το χρόνο παραμονής του σωματιδίου στο ηλεκτρικό πεδίο των πλακών.

Μονάδες 5

Δ3) Την κατακόρυφη απόκλιση του φορτισμένου σωματιδίου κατά την έξοδό του από το ηλεκτρικό πεδίο των πλακών.

Μονάδες 7

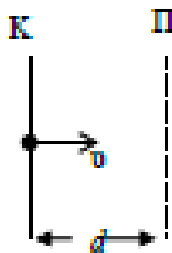
Δ4) Την ταχύτητα εξόδου του φορτισμένου σωματιδίου από το ηλεκτρικό πεδίο των πλακών.

Μονάδες 8

Η βαρύτητα αγνοείται και η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

29.

Επίπεδη μεταλλική πλάκα Κ έχει δυναμικό $V_0 = -100 \text{ V}$. Σε απόσταση $d = 10 \text{ cm}$ από το Κ τοποθετείται μεταλλικό πλέγμα Π, παράλληλα προς το Κ, που έχει δυναμικό μηδέν. Μεταξύ των Κ και Π το ηλεκτρικό πεδίο θεωρείται ομογενές. Ένα ηλεκτρόνιο εκπέμπεται από το Κ χωρίς αρχική ταχύτητα, φθάνει στο Π και το διαπερνά. Η μάζα του ηλεκτρονίου είναι $m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ και το φορτίο του είναι $e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. Να θεωρήσετε ότι $\frac{1,6}{9,1} = 0,18$.

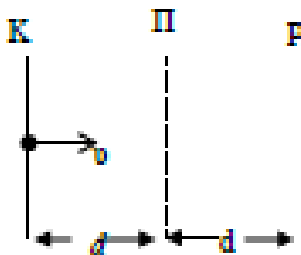


Δ1) Να σχεδιαστεί το διάγραμμα, σε βαθμολογημένους άξονες, του τετραγώνου της ταχύτητας του ηλεκτρονίου σε συνάρτηση με την απόσταση x από το ηλεκτρόδιο Κ ($v^2 = f(x)$), μέχρι το ηλεκτρόνιο να φτάσει στο Π.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογιστούν η μέγιστη ταχύτητα με την οποία το ηλεκτρόνιο φθάνει στο πλέγμα Π και ο χρόνος που χρειάζεται γι' αυτό.

Μονάδες 6



Σε απόσταση $d = 10 \text{ cm}$ από το πλέγμα Π, τοποθετούμε μία μεταλλική πλάκα Ρ παράλληλα σε αυτό, η οποία έχει επίσης αρνητικό δυναμικό $V = 2V_0$. Το ηλεκτρόνιο που εκπέμπεται από το Κ όταν διαπερνά το πλέγμα Π κατευθύνεται προς την πλάκα Ρ. Μεταξύ των Π και Ρ το ηλεκτρικό πεδίο θεωρείται επίσης ομογενές.

Δ3) Θα φθάσει το ηλεκτρόνιο στην πλάκα Ρ;

Μονάδες 6

Δ4) Ποια είναι η τιμή του δυναμικού που πρέπει να έχει η πλάκα Ρ ώστε το ηλεκτρόνιο μόλις να φτάνει σε αυτή;

Μονάδες 7

30. Σε ένα διαστημόπλοιο (στο οποίο η βαρυτική δύναμη είναι αμελητέα) πραγματοποιούνται πειράματα με έναν επίπεδο πυκνωτή, η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του οποίου είναι $d = 4 \text{ cm}$. Ο πυκνωτής φορτίζεται από πηγή σταθερής τάσης $V = 4000 \text{ V}$.

Δ1) Να υπολογιστεί το μέτρο της έντασης του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου στο εσωτερικό του πυκνωτή.

Μονάδες 6

Σωματίδιο με μάζα $m = 1,6 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$ και ηλεκτρικό φορτίο $q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ αφήνεται με μηδενική αρχική ταχύτητα πολύ κοντά στο θετικά φορτισμένο οπλισμό του πυκνωτή.

Δ2) Να υπολογιστεί η επιτάχυνση του σωματιδίου.

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογιστεί η απόσταση που έχει διανύσει το σωματίδιο όταν το μέτρο της ταχύτητάς του

$$\text{είναι } v = \frac{\sqrt{10}}{5} \text{ m/s} .$$

Μονάδες 6

Το διαστημόπλοιο επιστρέφει στην επιφάνεια της γης. Ο πυκνωτής παραμένει συνδεδεμένος με την πηγή και οι οπλισμοί του είναι οριζόντιοι. Ο θετικός οπλισμός βρίσκεται κάτω και ο αρνητικός οπλισμός πάνω από το θετικό. Το σωματίδιο αφήνεται ξανά με μηδενική ταχύτητα πολύ κοντά στο θετικό οπλισμό του πυκνωτή.

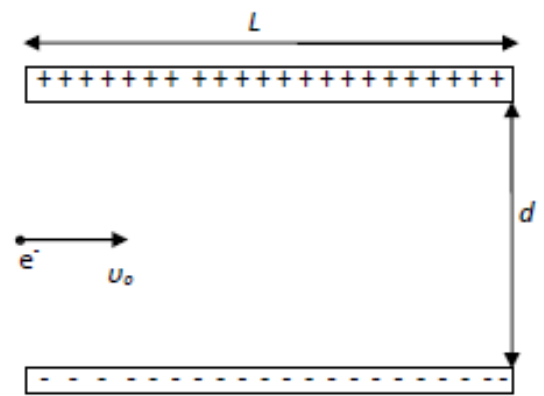
Δ4) Να υπολογιστεί η απόσταση που θα έχει διανύσει το σωματίδιο όταν το μέτρο της ταχύτητάς

$$\text{του είναι } v = \frac{\sqrt{10}}{5} \text{ m/s} .$$

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης $g = 10 \text{ m/s}^2$. Η αντίσταση του αέρα σε κάθε περίπτωση θεωρείται αμελητέα.

31. Δύο οριζόντιες μεταλλικές πλάκες έχουν μήκος $L = 4 \text{ cm}$, απέχουν απόσταση $d = 1,6 \text{ cm}$ ενώ η μεταξύ τους διαφορά δυναμικού είναι $V = 90 \text{ V}$. Ένα ηλεκτρόνιο εισέρχεται στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται μεταξύ των πλακών με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 10^7 \text{ m/s}$ που είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές του πεδίου και εξέρχεται από αυτό. Να υπολογίσετε:



Δ1) το χρόνο για τον οποίο το ηλεκτρόνιο θα κινείται εντός του πεδίου.

Μονάδες 5

Δ2) την απόσταση από τη θετικά φορτισμένη μεταλλική πλάκα στην οποία πρέπει να εισέλθει το ηλεκτρόνιο ώστε να βγεί οριακά από το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Μονάδες 7

Δ3) τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου του ηλεκτρονίου από το πεδίο.

Μονάδες 6

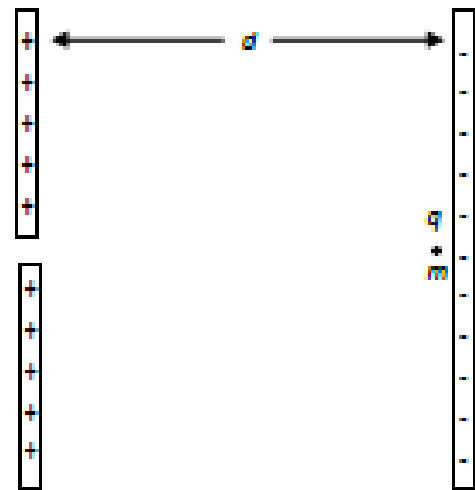
Δ4) τη μεταβολή της ορμής του ηλεκτρονίου κατά την προηγούμενη κίνησή του.

Μονάδες 7

Δίνεται η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ και το φορτίο του $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Κατά την κίνηση του ηλεκτρονίου να αγνοήσετε τη δύναμη του βάρους του.

32.

Δύο φορτισμένες κατακόρυφες μεταλλικές πλάκες διατηρούνται με κάποιο μηχανισμό σε σταθερή μεταξύ τους απόσταση $d = 20 \text{ cm}$, ενώ μεταξύ τους επικρατεί διαφορά δυναμικού $V = 2000 \text{ V}$. Σε κάποιο σημείο, μέσα στο ομογενές πεδίο που δημιουργείται μεταξύ των πλακών, και κοντά στην αρνητικά φορτισμένη πλάκα, αφήνεται ελεύθερο ένα σωματίδιο που με φορτίο $q = -2 \cdot 10^{-3} \text{ C}$ και μάζα $m = 0,2 \text{ g}$. Στη θετικά φορτισμένη μεταλλική πλάκα υπάρχει μικρό άνοιγμα που όμως δεν επηρεάζει το πεδίο.



Δ1) Ποιο είναι το μέτρο της δύναμης που δέχεται το σωματίδιο και το μέτρο της επιτάχυνσης που αποκτά;

Μονάδες 6

Δ2) Με ποια ταχύτητα θα βγεί το σωματίδιο από το άνοιγμα που φέρει η θετικά φορτισμένη πλάκα;

Μονάδες 6

Δ3) Ας υποθέσουμε ότι στον πυκνωτή δεν ασκούνται δυνάμεις από τη βαρύτητα, το δάπεδο ή άλλα σώματα που δεν εικονίζονται στο σχήμα. Ένας μαθητής Α υποστηρίζει ότι το σύστημα πυκνωτής – σωματίδιο είναι μονωμένο άρα θα πρέπει να διατηρείται η ορμή. Ένας μαθητής Β διαφωνεί, με βασικό επιχείρημα ότι το σωματίδιο ενώ αρχικά δεν έχει ορμή, καταλήγει εκτός του πεδίου με ορμή διαφορετική του μηδενός. Με ποια άποψη από τις δύο συμφωνείτε; Πως θα υποστηρίζατε την άποψή σας;

Μονάδες 6

Δ4) Από το ίδιο σημείο που αφήσαμε προηγουμένως το αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο, εκτοξεύουμε τώρα ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο με φορτίο διπλάσιο κατά απόλυτη τιμή και με τη μισή μάζα σε σχέση με το αρχικό σωματίδιο. Να υπολογίσετε την ελάχιστη ταχύτητα με την οποία πρέπει να γίνει η εκτόξευση ώστε το δεύτερο σωματίδιο ορισκά να διαφύγει από το ηλεκτρικό πεδίο μέσω του ανοίγματος στη θετική πλάκα.

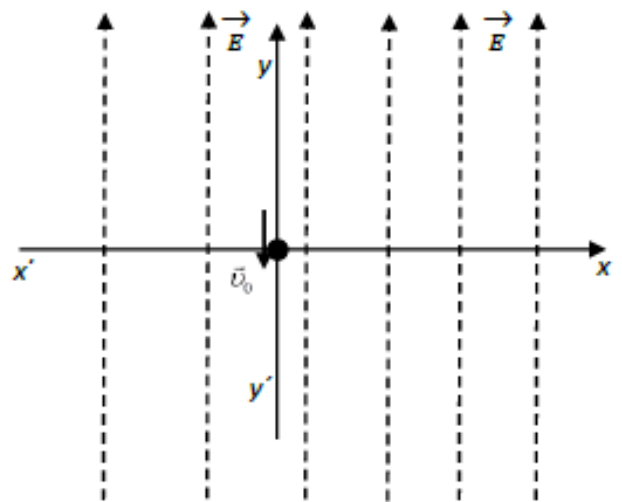
Μονάδες 7

Κατά την κίνηση των σωματιδίων να αγνοήσετε τη δύναμη του βάρους και να θεωρήσετε ότι το ηλεκτρικό πεδίο εκτείνεται μόνο μεταξύ των μεταλλικών πλακών.

33.

ΘΕΜΑ Δ

Πρωτόνιο εκτοξεύεται με αρχική ταχύτητα \vec{v}_0 , όπως φαίνεται στο σχήμα, από τη θέση $(0,0)$, τη χρονική στιγμή $t = 0$ μέσα σε περιοχή όπου επικρατεί ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο έντασης $E = 1000 \text{ N/C}$. Το πρωτόνιο διανύει απόσταση ίση με $7,5 \text{ cm}$ μέχρι να σταματήσει στιγμιαία.



Δ1) Να υπολογισθεί το μέτρο της επιτάχυνσης του πρωτονίου και να σημειωθεί το διάνυσμά της.

Μονάδες 6

Δ2) Να υπολογισθεί το μέτρο της αρχικής του ταχύτητας v_0 .

Μονάδες 6

Δ3) Να υπολογισθεί ο χρόνος μέχρι το πρωτόνιο να σταματήσει στιγμιαία.

Μονάδες 6

Δ4) Να βρεθεί σε πόσο χρόνο και με τί ταχύτητα, από τη χρονική στιγμή $t = 0$, το πρωτόνιο θα επιστρέψει στην αρχική του θέση.

Μονάδες 7

Δίνεται το φορτίο και η μάζα του πρωτονίου $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ και $m = \frac{5}{3} \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Η βαρυτική δύναμη στο πρωτόνιο, όπως και η αντίσταση του αέρα, είναι αμελητέες.