

Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΛΛΩΝ ΣΗΜΕΙΑΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

Ένα ηλεκτρικό φορτίο δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο.

Αν ένα δεύτερο φορτίο βρεθεί μέσα σε αυτό το ηλεκτρικό πεδίο θα έχει ηλεκτρική δυναμική ενέργεια. $U = K (q_1 q_2) / r$

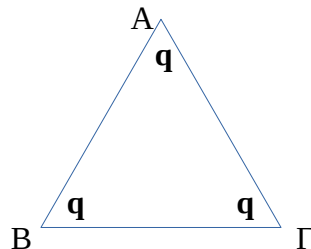
Συγκεκριμένα τα φορτία αλληλεπιδρούν και το σύστημά τους έχει ηλεκτρική δυναμική ενέργεια.

Η ενέργεια που έχει το σύστημα των δύο φορτίων είναι ίση με το έργο που απαιτείται για να μεταφερθούν από πολύ μακριά και να τοποθετηθούν στις θέσεις τους. Ας φανταστούμε μια τέτοια διαδικασία.

Έστω ότι θέλω να φέρω ένα φορτίο q στη θέση Α ενός πεδίου που δημιουργεί ένα άλλο φορτίο Q
 $W(\text{από το } \infty \text{ στο } A) = -W(\text{δύναμης πεδίου από το } \infty \text{ στο } A) =$
 $-q (V_\infty - V_A) = -q (0 - V_A) = q V_A = q K Q / r = K Q q / r$

Άσκηση 56

- 56 Σε κάθε κορυφή ενός ισόπλευρου τριγώνου ΑΒΓ, πλευράς $a = 30 \text{ cm}$, βρίσκεται φορτίο $q = 2 \mu\text{C}$. Να υπολογιστεί η ενέργεια του συστήματος των τριών φορτίων. Δίνεται: $K_e = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$.
[Απ: $36 \times 10^{-2} \text{ J}$]



Η ενέργεια που έχει το σύστημα των δύο φορτίων είναι ίση με το έργο που απαιτείται για να μεταφερθούν από πολύ μακριά και να τοποθετηθούν στις θέσεις τους. Ας φανταστούμε μια τέτοια διαδικασία.

Για να φέρω το πρώτο φορτίο στη θέση Α, δεν απαιτείται καμία ενέργεια γιατί ο χώρος είναι κενός.
Για να φέρω το δεύτερο φορτίο στη θέση Β, απαιτείται ενέργεια

$$W_1 = -q (V_\infty - V_B) = -q (0 - V_B) = q V_B = q K q / a = K q q / a$$

Για να φέρω το τρίτο φορτίο στη θέση Γ, απαιτείται ενέργεια

$$W_2 = -q (V_\infty - V_\Gamma) = -q (0 - V_\Gamma) = q V_\Gamma = q (K q / a + K q / a) = 2 \frac{k \cdot q \cdot q}{a}$$

$$\text{Συνολικά απαιτείται } W = W_1 + W_2 = 3 \frac{k \cdot q \cdot q}{a}$$

ΣΧΕΣΗ ΕΝΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΤΟ ΟΜΟΓΕΝΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

$$E=V/x$$

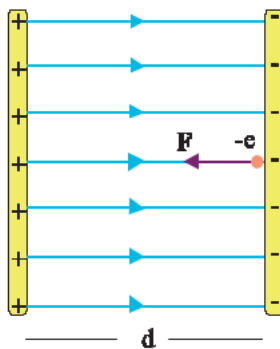
όπου E η ένταση του πεδίου και V η διαφορά δυναμικού μεταξύ δυο σημείων που απέχουν απόσταση x

ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΣΕ ΟΜΟΓΕΝΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Αφήνουμε ένα φορτίο μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο. Θα δεχθεί δύναμη $F=Eq$, άρα θα αποκτήσει επιτάχυνση

$$\alpha = Eq/m$$

Κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα



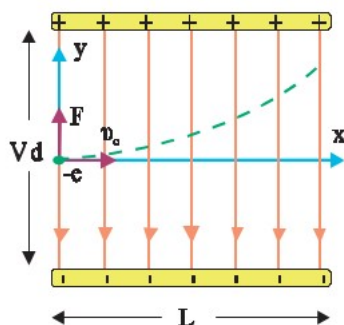
Σχ. 5.25 Ένα ηλεκτρόνιο αφήνεται μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Θα κάνει κίνηση **ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη**

$$x = 1/2 at^2 \text{ και } v = at$$

Θα φτάσει απέναντι σε χρόνο $t = 2d/a$
με ταχύτητα $v = 2ad$

Κίνηση με αρχική ταχύτητα κάθετη στις δυναμικές γραμμές



Σχ. 5.26 Το ηλεκτρόνιο εισέρχεται στο ηλεκτρικό πεδίο με ταχύτητα κάθετη στις δυναμικές γραμμές. Η δύναμη που δέχεται από το πεδίο το αναγκάζει να διαγράψει παραβολική τροχιά.

Για τη μελέτη μιας τέτοιας κίνησης θα εφαρμόσουμε την **αρχή της ανεξαρτησίας των κινήσεων**.

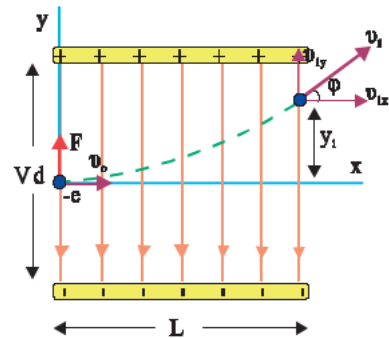
(Θυμίζει οριζόντια βολή!)

στον xx' Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση
 $x = at$ $v = \text{σταθερή}$

στον yy' Ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη
 $y = 1/2 at^2$ $v = at$

$$t_1 = \frac{L}{v_0}$$
$$y_1 = \frac{1}{2} \alpha_y t_1^2 \quad \text{и} \quad y_1 = \frac{1}{2} \frac{Ve}{dm_e} \left(\frac{L}{v_0} \right)^2$$
$$v_1 = \sqrt{v_{1x}^2 + v_{1y}^2} \quad \text{οπότε} \quad v_1 = \sqrt{v_o^2 + \left(\frac{VeL}{dm_e v_o} \right)^2}$$

$$\varepsilon \varphi \varphi = \frac{v_{1y}}{v_{1x}} = \frac{VeL}{dm_e v_0^2}$$

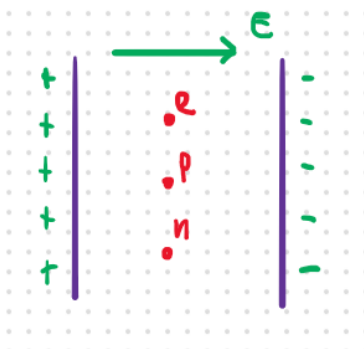

$$y = \frac{Ve}{2dm_e v_0^2} x^2$$

Από σχολικό βιβλίο:

- Θεωρία: 155 - 161
- Ερωτήσεις 17 – 22 σελ 188
- Ασκήσεις και προβλήματα 56 , 57 , 62 , 64 , 95 , 98 , 100 σελ. 194-202
(και 91 , 92 , 94 , 97)
- Παραδείγματα 5.5 5.6 5.7 σελ. 154-162

Ασκήσεις

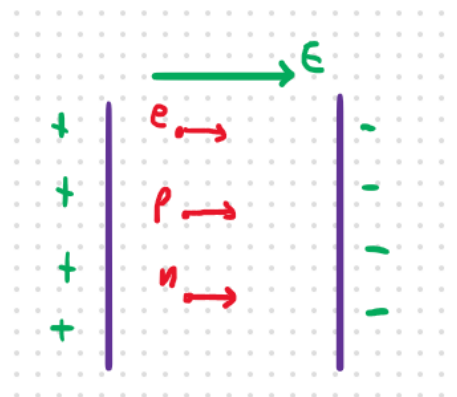
1.



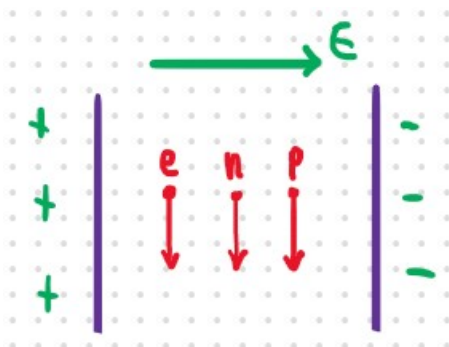
Αφήνουμε ένα ηλεκτρόνιο , ένα πρωτόνιο και ένα νετρόνιο μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του διπλανού σχήματος. Πως θα κινηθούν;

2.

Εκτοξεύουμε με αρχική ταχύτητα u_0 , ένα ηλεκτρόνιο , ένα πρωτόνιο και ένα νετρόνιο μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του διπλανού σχήματος, παράλληλα στις δυναμικές γραμμές. Πως θα κινηθούν;

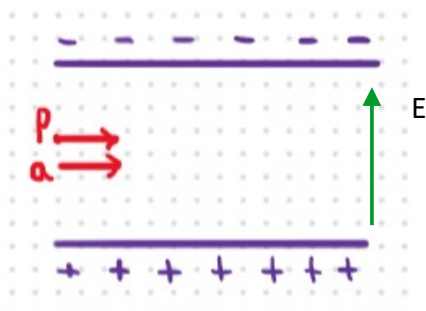


3.



Εκτοξεύουμε με αρχική ταχύτητα u_0 , ένα ηλεκτρόνιο , ένα πρωτόνιο και ένα νετρόνιο μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του διπλανού σχήματος, κάθετα στις δυναμικές γραμμές. Πως θα κινηθούν;

4.



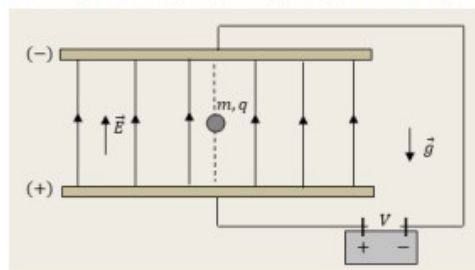
Εκτοξεύουμε με αρχική ταχύτητα u_0 , ένα πρωτόνιο και ένα σωματίο α μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του διπλανού σχήματος, κάθετα στις δυναμικές γραμμές. Σχεδιάστε τις τροχιές τους. Ποιος θα είναι ο λόγος των επιταχύνσεών τους;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

16117

2.1. Με τη βοήθεια δύο οριζόντιων μεταλλικών πλάκων που συγκρατούνται σε σταθερή απόσταση μεταξύ τους, δημιουργήσαμε κατακόρυφο και ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, φορτίζοντας τις δύο πλάκες, δημιουργώντας τάση V μεταξύ τους, όπως στη διάταξη που φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.

Ένα μικρό μεταλλικό σφαιρίδιο, μάζας m , θετικά φορτισμένο με ηλεκτρικό φορτίο q , ισορροπεί ακίνητο μέσα στο κατακόρυφο αυτό ομογενές ηλεκτρικό πεδίο. Στην περιοχή η ένταση του πεδίου βαρύτητας της Γης είναι g και οι δυνάμεις από τον αέρα στο σφαιρίδιο, μπορούν να αγνοηθούν.

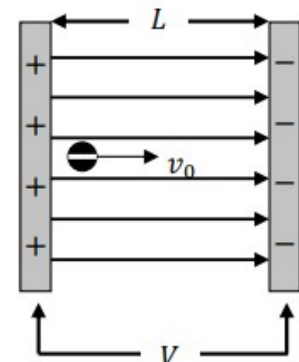


Αν θα μπορούσαμε να διπλασιάσουμε ακαριαία την τάση μεταξύ των μεταλλικών πλάκων ($V' = 2 \cdot V$), χωρίς να αλλάξουμε την πολικότητά τους, τότε το σφαιρίδιο:

- (α) θα άρχιζε να κινείται προς τα πάνω με επιτάχυνση $\vec{a}$ μέτρου $a = g$
- (β) θα εξακολουθούσε να ισορροπεί ακίνητο
- (γ) θα άρχιζε να κινείται προς τα κάτω με επιτάχυνση $\vec{a}$ μέτρου $a = g$

16106

2.2. Φορτισμένο σωματίδιο μάζας m με αρνητικό φορτίο q βάλλεται με αρχική ταχύτητα v_0 παράλληλα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς πεδίου έντασης $\vec{E}$ και ομόρροπα με αυτές όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το πεδίο δημιουργείται ανάμεσα σε δύο φορτισμένες πλάκες που παρουσιάζουν διαφορά δυναμικού V και απέχουν απόσταση L . Θεωρούμε το βάρος του σωματιδίου αμελητέο.



Η απόσταση s_{stop} που θα διανύσει το σωματίδιο μέχρι να ακινητοποιηθεί είναι:

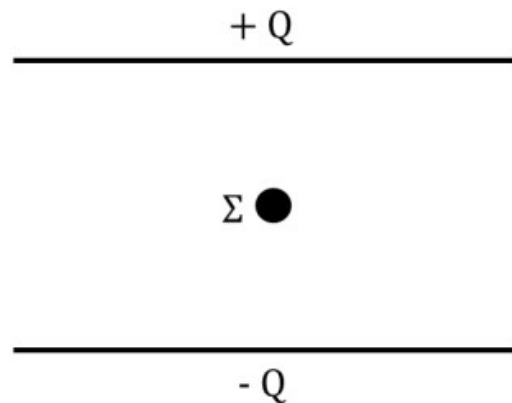
$$\alpha. s_{stop} = \frac{v_0 m L}{|q| V}$$

$$\beta. s_{stop} = \frac{v_0 m L}{2|q| V}$$

$$\gamma. s_{stop} = \frac{v_0^2 m L}{2|q| V}$$

16709

2.2. Η διαφορά δυναμικού V μεταξύ δύο οριζόντιων φορτισμένων μεταλλικών πλακών που απέχουν απόσταση ίση με $d = 4 \text{ cm}$ είναι ίση με 400 V . Στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται μεταξύ των πλακών, ισορροπεί φορτισμένο σωματίδιο Σ μάζας $m = 2 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$.



Αν θεωρήσουμε την επιτάχυνση της βαρύτητας ίση με 10 m/s^2 , τότε το φορτίο που φέρει το σωματίδιο είναι ίσο με:

(α) $-4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$, (β) $-2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$, (γ) $2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$

16737

2.2. Δέσμη ηλεκτρονίων εκτοξεύεται με ταχύτητα u_0 κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου και κατά την έξοδο από το πεδίο, η δέσμη έχει απόκλιση $y_{\max} = 4 \text{ cm}$. Αν διπλασιάσουμε την ταχύτητα εκτόξευσης της δέσμης στο πεδίο, τότε η απόκλιση στην έξοδο θα είναι

(α) 1 cm , (β) 4 cm , (γ) 8 cm

20808

2.2. Πρωτόνιο εκτοξεύεται με αρχική ταχύτητα u_0 από πολύ μακριά προς ακλόνητο σωματίο α. Αν δίνεται k η ηλεκτρική σταθερά, m_p η μάζα του πρωτονίου, $q_p = |e|$ το φορτίο του πρωτονίου και ότι το σωματίο α είναι πυρήνας Ηλίου με 2 πρωτόνια και 2 νετρόνια, τότε η ελάχιστη απόσταση στην οποία το πρωτόνιο θα πλησιάσει το σωματίο α, είναι:

(α) $\frac{4k|e|^2}{m_p u_0^2}$, (β) $\frac{m_p u_0^2}{4k|e|^2}$, (γ) $\frac{m_p u_0^2}{2k|e|}$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

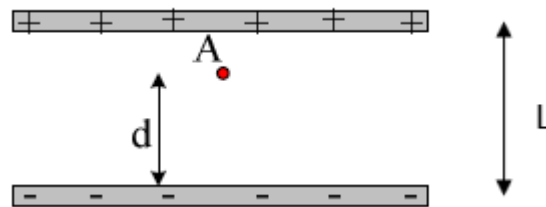
Μονάδες 9

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

16739

ΘΕΜΑ 4

Στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που υπάρχει ανάμεσα σε δυο οριζόντιες μεταλλικές πλάκες αμελητέου πάχους, οι οποίες έχουν αντίθετα φορτία $+Q$ και $-Q$ αντίστοιχα, αιωρείται (ισορροπεί) σε σημείο A σωματίδιο μάζας $m=1\text{g}$ και φορτίου q , όπως φαίνεται στο σχήμα. Οι δύο μεταλλικές πλάκες απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L=2\text{cm}$ και έχουν διαφορά δυναμικού $V=100\text{V}$. Αν δίνεται ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g=10\text{m/s}^2$, να βρεθούν



4.1. το μέτρο της έντασης του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου.

Μονάδες 5

4.2. το πρόσημο και το μέγεθος του φορτίου q .

Μονάδες 6

Με κατάλληλο τρόπο διπλασιάζουμε την διαφορά δυναμικού μεταξύ των μεταλλικών πλακών. Αν η απόσταση του σημείου A από τον αρνητικό οπλισμό είναι $d=1,5\text{cm}$

4.3. να βρεθεί το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να συναντήσει το φορτίο την μεταλλική πλάκα στην οποία θα φτάσει πρώτα.

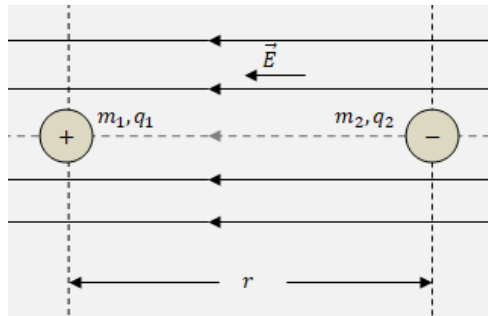
Μονάδες 7

4.4. Ποιο είναι το έργο της ηλεκτρικής δύναμης κατά την κίνηση του φορτίου από το σημείο A μέχρι την μεταλλική πλάκα, την οποία θα συναντήσει πρώτη.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Δύο μικρά σφαιρίδια (1) και (2) με μάζες $m_1=240\text{mg}$ και $m_2=60\text{mg}$ αντίστοιχα, έχουν φορτιστεί κατάλληλα και έχουν αποκτήσει ηλεκτρικά φορτία $q_1=8\mu\text{C}$ και $q_2=-8\mu\text{C}$ αντίστοιχα. Τα δύο σφαιρίδια βρίσκονται πάνω σε οριζόντιο και λείο μονωτικό δάπεδο, μέσα σε ομογενές οριζόντιο ηλεκτρικό πεδίο, το μέτρο της έντασης του οποίου είναι $E=8 \cdot 10^5 \text{ N/C}$, με αποτέλεσμα να ισορροπούν ακίνητα σε απόσταση r μεταξύ τους, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



4.1. Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των δύο σφαιριδίων.

Μονάδες 7

Κάποια στιγμή καταργείται το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, με αποτέλεσμα τα φορτισμένα σφαιρίδια να αρχίσουν να πλησιάζουν κινούμενα το ένα προς το άλλο, εξαιτίας της έλξης μεταξύ τους.

Να υπολογίσετε:

4.2. Τα μέτρα των ταχυτήτων των δύο σφαιριδίων, τη στιγμή που η μεταξύ τους απόσταση έχει υποτριπλασιαστεί.

Μονάδες 7

4.3. Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του σφαιριδίου (1), τη στιγμή που η απόσταση μεταξύ των σφαιριδίων έχει υποτριπλασιαστεί.

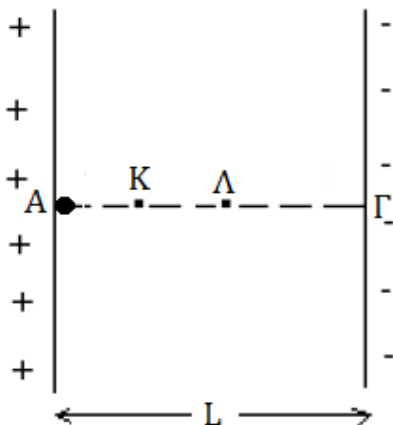
Μονάδες 5

4.4. Το έργο της δύναμης που δέχεται το σφαιρίδιο (1) από την αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο φορτίων, από τη στιγμή που καταργήθηκε το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, μέχρι να υποτριπλασιαστεί η μεταξύ τους απόσταση.

Μονάδες 6

Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά στο κενό $K_{\eta\lambda}$, τα σωματίδια έχουν ασήμαντες διαστάσεις και οι δυνάμεις ηλεκτρικής αλληλεπίδρασης είναι οι μόνες δυνάμεις που ασκούνται στα σωματίδια κατά τη διάρκεια του πειράματος που περιγράψαμε.

ΘΕΜΑ 4



Δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες που απέχουν μεταξύ τους απόσταση ℓ είναι φορτισμένες με αντίθετα φορτία, όπως στο παραπάνω σχήμα και δημιουργούν ανάμεσά τους ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο πλακών είναι $V=200\text{V}$. Σωματίο μάζας $m=10\text{g}$ και ηλεκτρικού φορτίου $q=+10^{-8}\text{Cb}$, αφήνεται ελεύθερο από ένα σημείο Α πολύ κοντά στη θετική πλάκα.

4.1. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου.

Μονάδες 5

4.2. Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του σωματίου.

Μονάδες 6

4.3. Τη χρονική στιγμή το σωματίο φτάνει στο σημείο Γ που βρίσκεται στον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σωματίου στο σημείο Γ.

Μονάδες 7

4.4. Το σωματίο κατά την πορεία του από το σημείο Α στο σημείο Γ διέρχεται και από τα σημεία Κ και Λ που απέχουν απόσταση ℓ . Αν το δυναμικό στο σημείο Κ είναι V_K , να υπολογίσετε το δυναμικό στο σημείο Λ.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε ότι το βάρος του σωματίου είναι αμελητέο.

ΘΕΜΑ 2

2.1. Τρία σημειακά φορτία $q_A = -2q$, $q_B = +3q$, $q_\Gamma = +q$ διατηρούνται ακίνητα στις κορυφές A, B, Γ αντίστοιχα, ενός ισοπλεύρου τριγώνου ABΓ πλευράς α .

Η ηλεκτροστατική δυναμική ενέργεια U του συστήματος των τριών φορτίων είναι:

(α) $U = -11K_C \frac{q^2}{\alpha}$

(β) $U = -5K_C \frac{q^2}{\alpha}$

(γ) $U = +11K_C \frac{q^2}{\alpha}$

όπου K_C , η σταθερά του Coulomb

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του σχήματος έχει ένταση $\vec{E}$. Τρία σημεία A, B και Γ του πεδίου, ανήκουν στην ίδια δυναμική γραμμή, για τα οποία ισχύει ότι $(B\Gamma) = 2 \cdot (AB)$. Ένα θετικό ηλεκτρικό φορτίο q_1 αφήνεται στο σημείο A ελεύθερο να κινηθεί. Το έργο της δύναμης του πεδίου για να μεταβεί το ηλεκτρικό φορτίο q_1 από το σημείο A στο B είναι $W_{AB} = 10\text{J}$. Η κινητική ενέργεια K_Γ , που θα αποκτήσει το φορτίο q_1 όταν φτάσει στο σημείο Γ είναι:

(α) $K_\Gamma = 10\text{J}$,

(β) $K_\Gamma = 20\text{J}$,

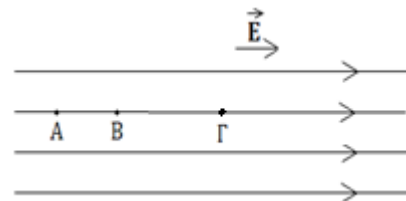
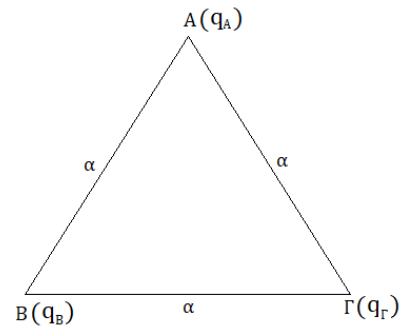
(γ) $K_\Gamma = 30\text{J}$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

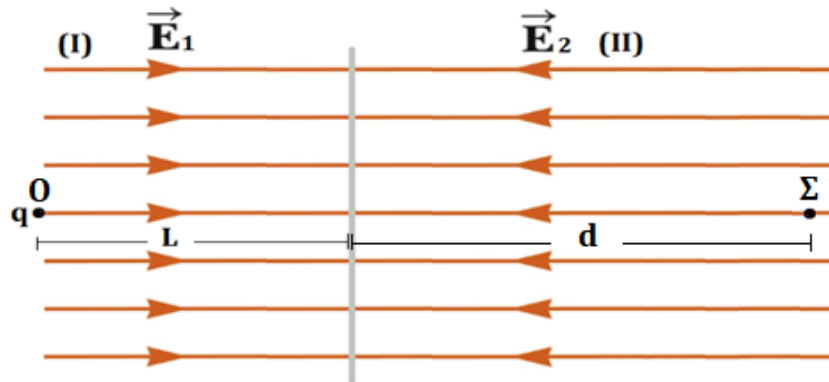
Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9



ΘΕΜΑ 4



Σωματίδιο μάζας $m = 2 \text{ mg}$ με ηλεκτρικό φορτίο $q = +2 \text{ } \mu\text{C}$, τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, αφήνεται σε ένα σημείο O της περιοχής (I), στην οποία υπάρχει οριζόντιο ηλεκτροστατικό πεδίο με ένταση μέτρου $E_1 = 1 \text{ V/m}$. Τη χρονική στιγμή $t_1 = 2 \text{ s}$, το σωματίδιο αφού έχει διανύσει απόσταση L μέσα στην περιοχή (I), έχει αποκτήσει ταχύτητα $\vec{v}_1$ και εισέρχεται αμέσως στην περιοχή (II), στην οποία υπάρχει οριζόντιο ηλεκτροστατικό πεδίο έντασης $\vec{E}_2$, αντίθετης κατεύθυνσης από το πεδίο έντασης $\vec{E}_1$ (όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα). Το σωματίδιο τη χρονική στιγμή $t_2 = 4 \text{ s}$ βρίσκεται στη θέση Σ , έχοντας διανύσει μια απόσταση d στην περιοχή (II) και έχει ταχύτητα μέτρου $v_2 = 1 \text{ m/s}$.

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του σωματιδίου στην περιοχή (I).

Μονάδες 5

4.2. Να υπολογίσετε την απόσταση L και το μέτρο της ταχύτητας v_1 του σωματιδίου τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{E}_2$ και την απόσταση d που διανύει το σωματίδιο στην περιοχή (II).

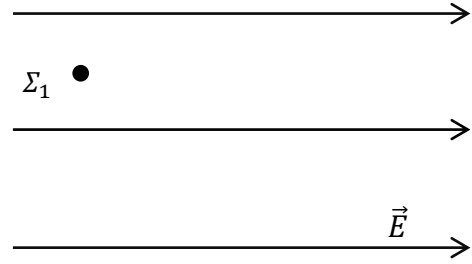
Μονάδες 8

4.4. Αν το δυναμικό του σημείου O είναι $V_O = 10 \text{ V}$ να υπολογίσετε το δυναμικό στο σημείο Σ .

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 4

Σωματίδιο Σ_1 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 σωματίδιο μπορεί να κινείται σε οριζόντιο δάπεδο μεγάλης έκτασης, κατασκευασμένο από κάποιο μονωτικό υλικό, χωρίς τριβές. Στο σχήμα βλέπουμε την κάτοψη του ηλεκτρικού πεδίου.



4.1. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση και την ταχύτητα του σωματιδίου όταν αυτό έχει διανύσει απόσταση $d = 20 \text{ m}$.

Μονάδες 8

4.2. Να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή της διαφοράς δυναμικού μεταξύ της θέσης από την οποία αφέθηκε το σωματίδιο και της τελικής του θέσης (μετά από $d = 20 \text{ m}$).

Μονάδες 4

Όταν το σωματίδιο Σ_1 διανύσει την απόσταση $d = 20 \text{ m}$, συναντά δεύτερο σωματίδιο Σ_2 , το οποίο έχει μηδενικό ηλεκτρικό φορτίο και αρχικά ήταν ακίνητο. Τα δύο σωματίδια συγκρούονται πλαστικά.

4.3. Να υπολογίσετε τη μάζα του δεύτερου σωματιδίου δεδομένου ότι κατά τη σύγκρουση η απώλεια μηχανικής ενέργειας είναι ίση με το 75% της αρχικής ενέργειας του σωματιδίου Σ_1 .

Μονάδες 6

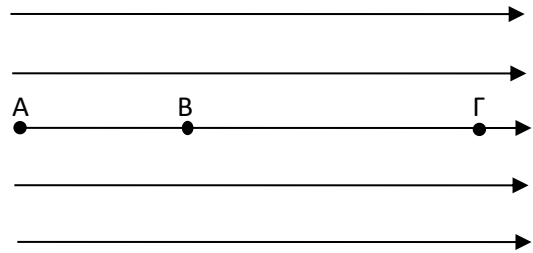
4.4. Να υπολογίσετε την ταχύτητα που θα έπρεπε να είχε το δεύτερο σωματίδιο, κατά μέτρο και κατεύθυνση, ώστε όταν συγκρουστεί πλαστικά με το Σ_1 (όταν το σωματίδιο Σ_1 έχει διανύσει και πάλι την απόσταση $d = 20 \text{ m}$), το συσσωμάτωμα να επιστρέψει με μηδενική ταχύτητα στην αρχική θέση από την οποία αφέθηκε το Σ_1 .

Μονάδες 7

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

ΘΕΜΑ 4

Τρία σημεία A, B και Γ βρίσκονται κατά μήκος μιας δυναμικής γραμμής ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα και για τις μεταξύ τους αποστάσεις ισχύει: $(AG) = 3 \cdot (AB) = 18 \text{ cm}$. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και B είναι ίση με 600 V. Πρωτόνιο διέρχεται τη χρονική στιγμή $t = 0 \text{ s}$ από



το σημείο Γ, με ταχύτητα $\vec{v}_0$, η οποία έχει αντίθετη κατεύθυνση από αυτή της δυναμικής γραμμής. Να υπολογίσετε:

4.1. το μέτρο και την κατεύθυνση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου (Μονάδες 3) καθώς και την διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων A και Γ (Μονάδες 3),

Μονάδες 6

4.2. την επιτάχυνση (μέτρο και κατεύθυνση) του πρωτονίου,

Μονάδες 5

4.3. το μέτρο της ταχύτητας $\vec{v}_0$ με την οποία πρέπει να διέλθει το πρωτόνιο από το σημείο Γ, έτσι ώστε να ακινητοποιηθεί στιγμιαία στο A,

Μονάδες 7

Στη συνέχεια το πρωτόνιο επιστρέφει στο σημείο Γ.

4.4. Βρείτε ποια χρονική στιγμή διέρχεται από το σημείο B κινούμενο προς το σημείο Γ.

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 θεωρείται αμελητέα. Θεωρήστε για τις πράξεις $\sqrt{3} \cong 1,7$.

ΘΕΜΑ 4

Δύο παράλληλες οριζόντιες μεταλλικές πλάκες (με την αρνητική πλάκα να βρίσκεται κάτω από την θετική) απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 10\text{cm}$ και είναι φορτισμένες με τάση $V = 1000\text{ V}$. Μεταξύ των πλακών αναπτύσσεται ομογενές ηλεκτρικό πεδίο. Σώμα με φορτίο $q = 2\text{ }\mu\text{C}$ και μάζας $m = 2\text{g}$ αφήνεται στην θετική πλάκα, στο σημείο Α και μπορεί να μετακινείται μέσα στο πεδίο. Αντιστάσεις και βαρυτικές δυνάμεις αμελούνται. Να υπολογίσετε:

4.1. την ένταση του πεδίου και τη δύναμη που ασκεί το ηλεκτρικό πεδίο στο φορτίο.

Μονάδες 6

4.2. πόσο έργο παράγεται από το πεδίο όταν το φορτίο q μετακινείται κάθετα στις πλάκες, από την θετική προς την αρνητική, από το σημείο Α προς το Γ. Τι είδους κίνηση θα εκτελέσει το φορτίο; Δίνεται η απόσταση: $x = (ΑΓ) = 5\text{ cm}$.

Μονάδες 6

4.3. το δυναμικό του σημείου Γ του προηγούμενου ερωτήματος, αν το σημείο Α έχει δυναμικό $V_A = 700\text{ V}$.

Μονάδες 6

4.4. το μέτρο της ταχύτητας που αποκτά το φορτίο q στο σημείο Γ.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4

Σφαίρα με φορτίο $Q = 8 \mu\text{C}$ βρίσκεται ακίνητη στο έδαφος και σε ύψος $h = 90\text{cm}$ πάνω από αυτή και στην ίδια κατακόρυφο, φέρεται άλλη σφαίρα μάζας $m = 4 \text{ g}$ και φορτίου $q = 10^{-7} \text{ C}$. Να υπολογίσετε:

4.1. την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο σφαιρών.

Μονάδες 3

Κάποια στιγμή η σφαίρα μάζας m αφήνεται να κινηθεί. Να βρείτε:

4.2. το έργο της δύναμης του ηλεκτροστατικού πεδίου κατά την μετακίνηση της σφαίρας από την αρχική θέση μέχρι σημείο A, που απέχει από το έδαφος ύψος $\frac{2h}{3}$.

Μονάδες 6

4.3. την ταχύτητα που έχει όταν διέρχεται από το σημείο A.

Μονάδες 6

4.4. Το ελάχιστο ύψος από το έδαφος καθώς πλησιάζει το φορτίο Q.

Μονάδες 7

Δίνονται: $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $K = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$.