

Τράπεζα Θεμάτων
Φυσική Προσανατολισμού - Β' Λυκείου
Θέμα 15893

ΘΕΜΑ 4

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας διαφυγής ενός σώματος από το βαρυτικό πεδίο της Γης, όταν αυτό εκτοξεύεται από ύψος $h = R_{\Gamma}$.

Μονάδες 6

4.2. Σώμα Σ εκτοξεύεται προς το διάστημα, από ύψος $h = R_{\Gamma}$ από την επιφάνεια της Γης. Τη στιγμή της εκτόξευσης, η κινητική ενέργεια του σώματος Σ είναι δεκαέξι φορές μεγαλύτερη από την απόλυτη τιμή της δυναμικής ενέργειας του συστήματος σώμα Σ – Γη. Να αποδείξετε ότι το σώμα Σ θα διαφύγει από το βαρυτικό πεδίο της Γης.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του σώματος Σ, τη στιγμή που διαφεύγει από το βαρυτικό πεδίο της Γης, αν εκτοξεύτηκε από το ύψος h προς το διάστημα, με την ταχύτητα που προσδιορίσατε στο προηγούμενο ερώτημα. Η μάζα του σώματος Σ είναι $m = 4 \text{ kg}$.

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε το έργο της βαρυτικής δύναμης που δέχεται το σώμα Σ από τη στιγμή της εκτόξευσης, μέχρι τη διαφυγή του από το πεδίο βαρύτητας της Γης, αν η μάζα του είναι $m = 4 \text{ kg}$.

Μονάδες 7

Δίνονται η ακτίνα της Γης $R_{\Gamma} = 6400 \text{ km}$ και το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης στην επιφάνειά της $g_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Να θεωρήσετε ότι στο σώμα, μετά την εκτόξευσή του ασκείται μόνο η βαρυτική έλξη από τη Γη.

Απάντηση Θέματος 15893

ΘΕΜΑ 4

4.1. Ισχύει:

$$v_{\delta} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M_{\Gamma}}{R_{\Gamma} + h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M_{\Gamma}}{2 \cdot R_{\Gamma}}} = \sqrt{g_0 \cdot R_{\Gamma}} = 8 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Μονάδες 6

4.2. Ισχύει:

$$K = 16 \cdot (U), \quad \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = 16 \cdot \frac{G \cdot M_{\Gamma} \cdot m}{R_{\Gamma} + h}, \quad \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = 16 \cdot \frac{g_0 \cdot R_{\Gamma}^2 \cdot m}{2 \cdot R_{\Gamma}},$$

$$v = \sqrt{16 \cdot g_0 \cdot R_{\Gamma}} = 32 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Ισχύει: $v > v_{\delta}$ και συνεπώς το σώμα Σ θα διαφύγει από το πεδίο βαρύτητας της Γης.

Μονάδες 6

4.3. Η μηχανική ενέργεια του σώματος Σ διατηρείται σταθερή κατά τη διάρκεια της κίνησής του, επειδή η μοναδική δύναμη που του ασκείται είναι η βαρυτική έλξη της Γης, δύναμη που είναι συντηρητική. Έτσι:

$$E_{\alpha\rho\chi} = E_{\tau\epsilon\lambda}, \quad K_{\alpha\rho\chi} + U_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\epsilon\lambda} + U_{\tau\epsilon\lambda}, \quad \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{G \cdot M_{\Gamma} \cdot m}{R_{\Gamma} + h} = K_{\tau\epsilon\lambda} + 0,$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot 16 \cdot g_0 \cdot R_{\Gamma} - \frac{g_0 \cdot R_{\Gamma}^2 \cdot m}{2 \cdot R_{\Gamma}} = K_{\tau\epsilon\lambda}, \quad K_{\tau\epsilon\lambda} = \frac{15}{2} \cdot m \cdot g_0 \cdot R_{\Gamma} = 1,92 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Μονάδες 6

4.4. Από το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας:

$$W_{\vec{w}} = \Delta K = K_{\tau\epsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\epsilon\lambda} - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = K_{\tau\epsilon\lambda} - \frac{1}{2} \cdot m \cdot 16 \cdot g_0 \cdot R_{\Gamma} =$$

$$= 1,92 \cdot 10^9 \text{ J} - 2,048 \cdot 10^9 \text{ J} = -1,28 \cdot 10^8 \text{ J}$$

Μονάδες 7

Θέμα 15897

ΘΕΜΑ 4

Δύο σημειακά φορτία $q_1 = q_2 = +1 \mu C$ συγκρατούνται σε σημεία Α και Β αντίστοιχα, στον αέρα και σε απόσταση $r = 10 \text{ cm}$.

4.1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των σημειακών φορτίων.

Μονάδες 6

4.2. Να υπολογίσετε το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργούν τα φορτία q_1 και q_2 στο μέσο Μ της απόστασης των σημείων Α και Β.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που πεδίου κατά τη μεταφορά σημειακού φορτίου $q = -1 \mu C$ από το σημείο Μ στο άπειρο (∞), δηλαδή σε θέση όπου η δύναμη του πεδίου μηδενίζεται.

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία πρέπει να εκτοξευθεί, από το σημείο Μ, κάθετα στην ΑΒ, σημειακό φορτίο $q = -1 \mu C$ και μάζας $m = 72 \text{ mg}$ ώστε μόλις να διαφύγει από το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργούν τα σημειακά φορτία q_1 και q_2 .

Μονάδες 7

Δίνεται $k_{\eta\lambda} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$. Να ληφθούν υπόψη μόνο οι ηλεκτρικές αλληλεπιδράσεις των φορτίων.

Απάντηση Θέματος 15897

ΘΕΜΑ 4

4.1.

$$\text{Ισχύει: } U = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6} \cdot 10^{-6}}{10^{-1}} J = 0,09 J$$

Μονάδες 6

4.2. Ισχύει:

$$\int V = V_A + V_B = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{q_1}{r} + k_{\eta\lambda} \cdot \frac{q_2}{r} = 4 \cdot k_{\eta\lambda} \cdot \frac{q_1}{r} = 4 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-6}}{10^{-1}} V = 3,6 \cdot 10^5 V$$

Μονάδες 6

$$4.3. \text{Ισχύει: } W_{\bar{w}} (Mq^\infty) = \int V \cdot q = 3,6 \cdot 10^5 \cdot (-1) \cdot 10^{-6} J = -0,36 J$$

Μονάδες 6

4.4. Η ηλεκτρική δύναμη είναι συντηρητική δύναμη και συνεπώς η μηχανική ενέργεια του βλήματος διατηρείται σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της κίνησής του. Έτσι:

$$E_M = E_\infty, U_M + K_M = U_\infty + K_\infty, \int V \cdot q + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 = 0 + 0, v_0 = \sqrt{\frac{-2 \cdot \int V \cdot q}{m}} = 10^2 \frac{m}{s}$$

Μονάδες 7

Θέμα 15894

ΘΕΜΑ 4

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας διαφυγής από το βαρυτικό πεδίο της Γης ενός σώματος που εκτοξεύεται από την επιφάνειά της.

Μονάδες 6

4.2. Σώμα Σ εκτοξεύεται από την επιφάνεια της Γης προς το διάστημα, με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα διαφυγής. Ποια είναι η σχέση της κινητικής ενέργειας του σώματος Σ με τη δυναμική ενέργεια του συστήματος σώμα Σ – Γη τη στιγμή της εκτόξευσης;

Μονάδες 6

4.3. Πόση είναι η μηχανική ενέργεια του σώματος Σ τη στιγμή που διαφεύγει από το βαρυτικό πεδίο της Γης.

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε το έργο της βαρυτικής δύναμης που δέχεται το σώμα Σ από τη στιγμή της εκτόξευσης, μέχρι τη διαφυγή του από το πεδίο βαρύτητας της Γης, αν η μάζα του σώματος Σ είναι $m = 4 \text{ kg}$.

Μονάδες 7

Δίνονται η ακτίνα της Γης $R_{\Gamma} = 6400 \text{ km}$ και το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας της Γης στην επιφάνειά της $g_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Να θεωρήσετε ότι δρουν μόνο οι βαρυτικές δυνάμεις.

Απάντηση Θέματος 15894

ΘΕΜΑ 4

4.1. Ισχύει:

$$v_{\delta} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M_{\Gamma}}{R_{\Gamma}}} = \sqrt{2 \cdot g_0 \cdot R_{\Gamma}} = 8 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Μονάδες 6

4.2. Ισχύει:

$$K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\delta}^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot 2 \cdot g_0 \cdot R_{\Gamma} = m \cdot g_0 \cdot R_{\Gamma}$$

$$U = -G \cdot \frac{M_{\Gamma} \cdot m}{R_{\Gamma}} = -m \cdot g_0 \cdot R_{\Gamma}$$

Συνεπώς: $K = -U$.

Μονάδες 6

4.3. $E_{\tau\epsilon\lambda} = K_{\tau\epsilon\lambda} + U_{\tau\epsilon\lambda} = 0 + 0 = 0$.

Μονάδες 6

4.4. Από το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας:

$$W_{\vec{w}} = \Delta K = K_{\tau\epsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = 0 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_{\delta}^2 = -2,56 \cdot 10^8 \text{ J}$$

Μονάδες 7

Θέμα 15977

ΘΕΜΑ 2

2.1 Τρεις ίσες σημειακές μάζες $m_1 = m$, $m_2 = m$, και $m_3 = m$ βρίσκονται στις κορυφές ενός ισοπλεύρου τριγώνου με μήκος πλευράς α και έχουν δυναμική ενέργεια βαρύτητας U . Αν σε άλλο ισόπλευρο τρίγωνο με μήκος πλευράς 4α , τοποθετήσουμε στις κορυφές του τις σημειακές μάζες $m'_1 = 2m$, $m'_2 = 2m$ και $m'_3 = 2m$, τότε αυτές θα έχουν

(α) δυναμική ενέργεια μεγαλύτερη της U .

(β) δυναμική ενέργεια μικρότερη της U .

(γ) δυναμική ενέργεια ίση με την U .

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Από ύψος $h = R_{\Gamma}$ πάνω από την επιφάνεια της Γης, όπου R_{Γ} , η ακτίνα της Γης, εκτοξεύουμε κατακόρυφα προς τα πάνω ένα σώμα με αρχική ταχύτητα μέτρου $v_0 = \sqrt{g_0 R_{\Gamma}}$, όπου g_0 , το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης. Αν το σώμα κατά την κίνησή του δέχεται μόνο τη δύναμη βαρύτητας, τότε το δυναμικό του πεδίου βαρύτητας στη θέση όπου η ταχύτητα του σώματος μηδενίζεται στιγμιαία είναι:

$$(α) -g_0 R_{\Gamma}, \quad (β) 0, \quad (γ) -2g_0 R_{\Gamma}$$

2.2.A. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

Απάντηση Θέματος 15977

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.1.B.

Η δυναμική ενέργεια βαρύτητας U είναι:

$$U = -\frac{G(m_1 \cdot m_2)}{\alpha} - \frac{G(m_1 \cdot m_3)}{\alpha} - \frac{G(m_2 \cdot m_3)}{\alpha} = -\frac{3m^2 G}{\alpha}$$

Η δυναμική ενέργεια U' του συστήματος των σημειακών μαζών m'_1, m'_2, m'_3 είναι:

$$U' = -\frac{G(m'_1 \cdot m'_2)}{4\alpha} - \frac{G(m'_1 \cdot m'_3)}{4\alpha} - \frac{G(m'_3 \cdot m'_2)}{4\alpha} = -\frac{3m^2 G}{\alpha}$$

Παρατηρούμε ότι $U = U'$.

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.2.B.

Με βάση την ένταση του βαρυτικού πεδίου της Γης στην επιφάνειά της έχουμε:

$$g_o = \frac{G \cdot M_\Gamma}{R_\Gamma^2} \Rightarrow G \cdot M_\Gamma = g_o \cdot R_\Gamma^2$$

Το δυναμικό του πεδίου βαρύτητας σε ύψος h από την επιφάνεια της Γης είναι:

$$V_{\alpha\rho\chi} = -\frac{GM_\Gamma}{R_\Gamma + h} = -\frac{g_o \cdot R_\Gamma^2}{2R_\Gamma} = -\frac{g_o R_\Gamma}{2}$$

Με εφαρμογή ΘΜΚΕ από το σημείο εκτόξευσης μέχρι το σημείο όπου η ταχύτητα του σώματος μηδενίζεται στιγμιαία, έχουμε:

$$K_{\tau\epsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = m(V_{\alpha\rho\chi} - V_{\tau\epsilon\lambda}) \Rightarrow 0 - \frac{1}{2}mu_0^2 = m\left(-\frac{g_o R_\Gamma}{2} - V_{\tau\epsilon\lambda}\right) \Rightarrow \frac{1}{2}g_o R_\Gamma = \frac{g_o R_\Gamma}{2} - V_{\tau\epsilon\lambda} \Rightarrow V_{\tau\epsilon\lambda} = 0$$

Μονάδες 9

Θέμα 16493

ΘΕΜΑ 4

Μία σεληνάκος μάζας $m_\Delta = 5000 \text{ kg}$ κατεβαίνει με σταθερή ταχύτητα $u = 10 \text{ m/s}$ για να προσεληνωθεί.

Σε ύψος $h = 120 \text{ m}$ από την επιφάνεια αποκολλάται ένα εξάρτημα μικρής μάζας από το σύστημα

προσελήνωσης και πέφτει στην Σελήνη. Αν η μάζα της Σελήνης είναι $m_{\Sigma} = 7,4 \cdot 10^{23} \text{ kg}$, η ακτίνα της $R_{\Sigma} = 1750 \text{ km}$ και δίνεται $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, να υπολογίσετε :

4.1. Την ένταση του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνεια της Σελήνης.

Μονάδες 5

4.2. Την δύναμη που ασκεί η σεληνάκατος στην Σελήνη και την δυναμική ενέργειά της όταν βρίσκεται σε ύψος $h = 1250 \text{ km}$ και αρχίζει η διαδικασία καθόδου.

Μονάδες 6

4.3. Με ποια ταχύτητα θα φθάσει στην επιφάνεια της Σελήνης το εξάρτημα που αποκολλήθηκε.

Μονάδες 7

4.4. Ποιο από τα δύο σώματα (σεληνάκατος – εξάρτημα) θα φθάσει πρώτο στην επιφάνεια και με ποια χρονική διαφορά.

Μονάδες 7

Απάντηση Θέματος 16493

ΘΕΜΑ 4

4.1. Η ένταση του βαρυτικού πεδίου στην επιφάνεια της Σελήνης, δίνεται:

$$g_{\Sigma} = G \cdot \frac{M_{\Sigma}}{R_{\Sigma}^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2 \cdot 7,4 \cdot 10^{22} \text{ Kg}}{(1750 \cdot 10^3)^2 \text{ m}^2} = 1,6 \text{ m/s}^2$$

Μονάδες 5

4.2. Η δύναμη που ασκεί η σεληνάκατος στην Σελήνη προκύπτει από τον νόμο της παγκόσμιας έλξης:

$$F = G \cdot \frac{M_{\Sigma} \cdot m_{\Delta}}{(R_{\Sigma} + h)^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 7,4 \cdot 10^{22} \text{ Kg} \cdot 5000 \text{ Kg}}{(3 \cdot 10^6)^2 \text{ m}^2} = 2742 \text{ N}$$

Η δυναμική ενέργεια της σεληνακάτου όταν βρίσκεται σε ύψος h είναι:

$$U = -G \cdot \frac{M_{\Sigma} \cdot m_{\Delta}}{R_{\Sigma} + h} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot 7,4 \cdot 10^{22} \text{ Kg} \cdot 5000 \text{ Kg}}{3 \cdot 10^6 \text{ m}^2} = -82,2 \cdot 10^8 \text{ J}$$

Μονάδες 6

4.3. Το εξάρτημα αποκολλάται σε ύψος $h = 120 \text{ m}$ και ενώ η σεληνάκατος κατεβαίνει με σταθερή ταχύτητα $u = 10 \text{ m/s}$. Άρα και αυτό έχει εκείνη τη στιγμή την ίδια ταχύτητα. Λόγω της έλλειψης ατμόσφαιρας και άρα τριβών, μπορούμε να υπολογίσουμε την ταχύτητα με την οποία φθάνει στην επιφάνεια με την βοήθεια του Θ.Ε.Ε.:

$$\begin{aligned} \Delta K &= \Sigma W \Leftrightarrow K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_W \\ \frac{1}{2} \cdot m_{\Delta} \cdot u_{\text{τελ}}^2 - \frac{1}{2} \cdot m_{\Delta} \cdot u_{\text{αρχ}}^2 &= m_{\Delta} \cdot g_{\Sigma} \cdot h \Leftrightarrow u_{\text{τελ}}^2 = 2 \cdot g \cdot h + u_{\text{αρχ}}^2 \\ u_{\text{τελ}} &= \sqrt{2 \cdot g_{\Sigma} \cdot h + u_{\text{αρχ}}^2} = \sqrt{484} = 22 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Μονάδες 7

4.4. Μετά την αποκόλληση, η μεν σεληνάκατος συνεχίζει να κατεβαίνει με σταθερή ταχύτητα $u=10\text{m/s}$ ενώ το εξάρτημα επιταχύνει με σταθερή επιτάχυνση g_{Σ} από την αρχική ταχύτητα u . Η επιτάχυνση g_{Σ} θεωρείται σταθερή λόγω του μικρού ύψους από το οποίο έγινε η αποκόλληση.

Άρα το εξάρτημα θα φθάσει γρηγορότερα στην επιφάνεια της Σελήνης.

Ο χρόνος για να διανύσει τα 120m η σεληνάκατος είναι :

$$t_{\text{σελην}} = \frac{h}{u} = \frac{120\text{m}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 12 \text{ s}$$

Αντίστοιχα, για το εξάρτημα που εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση, είναι:

$$u_{\text{τελ}} = u + g_{\Sigma} \cdot t$$

$$h = u \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g_{\Sigma} \cdot t^2$$

Με δεδομένο τον υπολογισμό της ταχύτητας από το προηγούμενο ερώτημα:

$$u_{\text{τελ}} = u + g_{\Sigma} \cdot t_{\text{εξαρτ}} \Leftrightarrow 22 = 10 + 1,6 \cdot t \Leftrightarrow t_{\text{εξαρτ}} = 7,5 \text{ s}$$

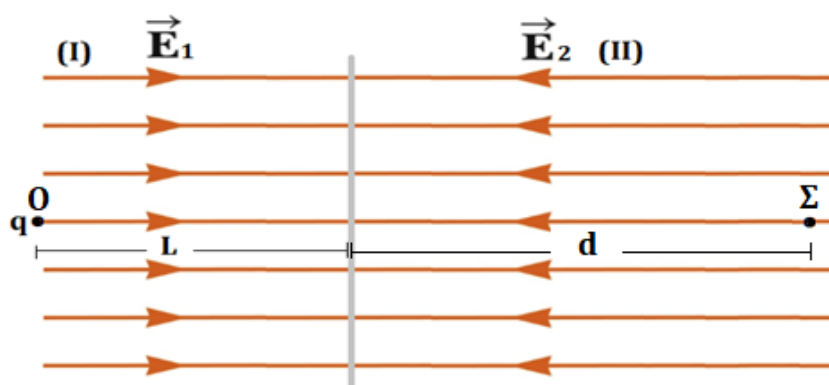
Οπότε η ζητούμενη χρονική διαφορά θα είναι

$$\Delta t = t_{\text{σελην}} - t_{\text{εξαρτ}} = 4,5 \text{ s}$$

Μονάδες 7

Θέμα 16137

ΘΕΜΑ 4



Σωματίδιο μάζας $m = 2 \text{ mg}$ με ηλεκτρικό φορτίο $q = +2 \mu\text{C}$, 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 $\hat{v}_1$ και εισέρχεται αμέσως στην περιοχή (II), στην οποία υπάρχει οριζόντιο ηλεκτροστατικό πεδίο έντασης $\hat{E}_2$, αντίθετης κατεύθυνσης από το πεδίο έντασης $\hat{E}_1$ (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 $\hat{E}_2$ και την απόσταση d που διανύει το σωματίδιο στην περιοχή (II).

Μονάδες 8

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

Μονάδες 6

Απάντηση Θέματος 16137

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το σωματίδιο στην περιοχή (I) δέχεται δύναμη $F_1 = E_1 q$, οπότε εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση, συνεπώς: $F_1 = m\alpha_1 \Rightarrow E_1 q = m\alpha_1 \Rightarrow \alpha_1 = \frac{E_1 q}{m} = 1 \text{ m/s}^2$.

Μονάδες 5

4.2. Από την ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση που εκτελεί το σωματίδιο έχουμε:

$$L = \frac{1}{2} \alpha_1 t_1^2 \Rightarrow L = 2 \text{ m}, \quad v_1 = \alpha_1 t_1 = 2 \text{ m/s}$$

Μονάδες 6

4.3. Το σωματίδιο στην περιοχή (II) δέχεται δύναμη $F_2 = E_2 q$, ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση $\alpha_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1-2}{4-2} = -0,5 \text{ m/s}^2$. Συνεπώς:

$$F_2 = m|\alpha_2| \Rightarrow E_2 q = m|\alpha_2| \Rightarrow E_2 = \frac{m|\alpha_2|}{q} = 0,5 \text{ V/m}$$

$$d = v_1 \Delta t - \frac{1}{2} |\alpha_2| \cdot (\Delta t)^2 = 3 \text{ m}$$

Μονάδες 8

4.4. Από ΘΜΚΕ (Ο στο Σ) έχουμε:

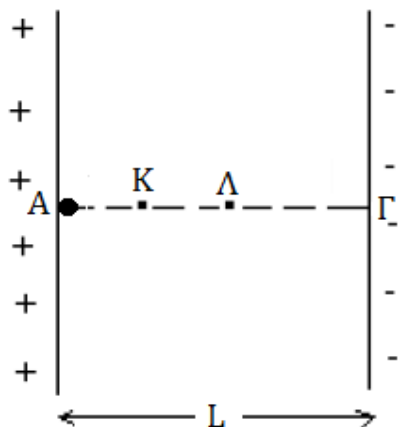
$$W_{O \rightarrow \Sigma} = q(V_O - V_\Sigma) \Rightarrow F_1 \cdot L - F_2 \cdot d = q(V_O - V_\Sigma) \Rightarrow E_1 \cdot L - E_2 \cdot d = V_O - V_\Sigma \Rightarrow$$

$$V_\Sigma = V_O - E_1 \cdot L + E_2 \cdot d = 9,5 \text{ V}$$

Μονάδες 6

Θέμα 16130

ΘΕΜΑ 4



Δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1 \text{ cm}$, είναι φορτισμένες με αντίθετα φορτία, όπως στο παραπάνω σχήμα και δημιουργούν ανάμεσά τους ομογενές ηλεκτροστατικό

πεδίο. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο πλακών είναι $V = 200V$. Σωματίο μάζας $m = 10\text{ g}$ και ηλεκτρικού φορτίου $q = +10^{-8}\text{ C}$, 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 t_1 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 $(KL) = 0,25\text{ cm}$. Αν το δυναμικό στο σημείο Κ είναι $V_K = 80\text{ V}$, να υπολογίσετε το δυναμικό στο σημείο Λ.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε ότι το βάρος του σωματίου είναι αμελητέο.

Απάντηση Θέματος 16130

ΘΕΜΑ 4

4.1. Βρίσκουμε τη διαφορά δυναμικού του πυκνωτή:

Η σχέση μεταξύ της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου και της διαφοράς δυναμικού είναι:

$$E = \frac{V}{L} = 2 \cdot 10^4\text{ V/m}$$

Μονάδες 5

4.2. Από 2^ο νόμο του Νεύτωνα έχουμε: $F = m\alpha \Rightarrow Eq = m\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{Eq}{m} = 2 \cdot 10^{-2}\text{ m/s}^2$.

Μονάδες 6

4.3. Η κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη, οπότε:

$$L = \frac{1}{2} \alpha t_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2L}{\alpha}} \Rightarrow t_1 = 1s, \quad \text{άρα: } v = \alpha t_1 = 2 \cdot 10^{-2} m/s$$

Μονάδες 7

4.4. Από τη σχέση της έντασης και της διαφοράς δυναμικού σε ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο έχουμε:

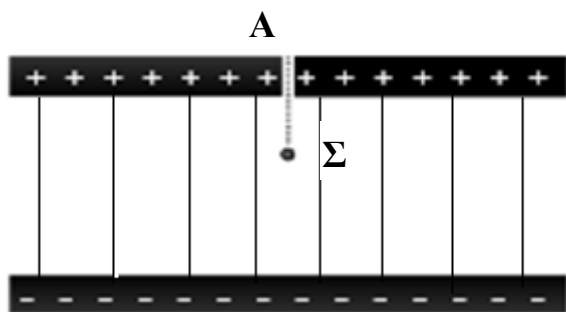
$$E = \frac{V_K - V_\Lambda}{(K\Lambda)} \Rightarrow V_K - V_\Lambda = E \cdot (K\Lambda) \Rightarrow V_\Lambda = V_K - E \cdot (K\Lambda) = 30 \text{ Volt}$$

Μονάδες 7

Θέμα 16108

ΘΕΜΑ 4

Το πείραμα του Millikan, γνωστό και ως πείραμα της σταγόνας λαδιού, είναι από τα πιο διάσημα πειράματα στην ιστορία της Φυσικής και είχε ως αποτέλεσμα την ακριβή μέτρηση για πρώτη φορά του στοιχειώδους φορτίου (φορτίου του ηλεκτρονίου) το 1909. Η συσκευή με την οποία πραγματοποιήθηκε το πείραμα φαίνεται στη φωτογραφία. Στο κάτω μέρος της συσκευής υπάρχει ομογενές ηλεκτρικό πεδίο (επίπεδος πυκνωτής με τους οπλισμούς - πλάκες τοποθετημένους οριζόντια). Αρνητικά φορτισμένες σταγόνες λαδιού εισέρχονται από την οπή Α που υπάρχει στο θετικό οπλισμό του οριζόντια επίπεδου πυκνωτή. Όλο το σύστημα βρίσκεται σε κενό. Η σταγόνα Σ, με μάζα $m = 0,1 \text{ g}$ και φορτίο $q = 1,5 \times 10^{-8} \text{ C}^-$, 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 $d = 10 \text{ mm}$.



4.1. 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

4.2. Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που δέχεται η σταγόνα, καθώς και την κατεύθυνση της

κίνησής της. Υπολογίστε την επιτάχυνση με την οποία κινείται.

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε το έργο της ηλεκτρικής δύναμης κατά τη μετακίνηση της σταγόνας λαδιού από τον θετικό στον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή.

Μονάδες 6

4.4. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας της σταγόνας κατά την κίνησή της από τον θετικό στον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή.

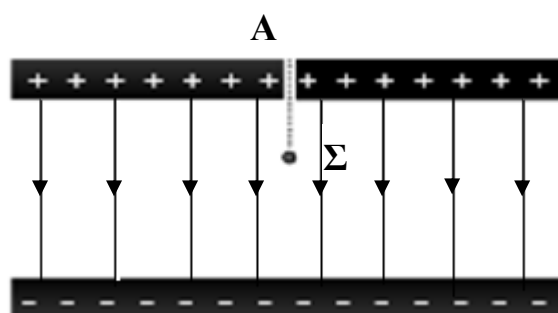
Μονάδες 8

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

Απάντηση Θέματος 16108

4.1.

$$\begin{aligned} F_{\eta\lambda} &= qE = (1,5 \times 10^{-8} \text{ C}) \left(60 \frac{\text{kV}}{\text{m}} \right) = \\ &= (1,5 \times 10^{-8} \text{ C}) \left(60 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}} \right) \\ &= 9 \times 10^{-4} \text{ N} \end{aligned}$$



Μονάδες 5

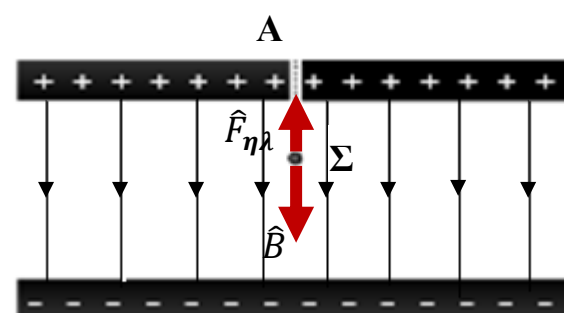
4.2. Η σταγόνα δέχεται το βάρος της προς τα κάτω και την ηλεκτρική δύναμη προς τα επάνω (η ίδια είναι αρνητικά φορτισμένη, οπότε έλκεται από τον θετικό οπλισμό). (2 μονάδες)

$$\begin{aligned} \text{Το βάρος της σταγόνας είναι } B &= mg = \\ (0,1 \text{ g}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) &= (0,1 \times \\ 10^{-3} \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) &= 10 \times 10^{-4} \text{ N (1 μονάδα)} \end{aligned}$$

Το βάρος είναι μεγαλύτερο από την ηλεκτρική δύναμη σε μέτρο, άρα η σταγόνα θα επιταχυνθεί **προς τα κάτω** (1 μονάδα). Σύμφωνα με τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα (2 μονάδες):

$$a = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{B - F_{\eta\lambda}}{m} = \frac{10 \times 10^{-4} \text{ N} - 9 \times 10^{-4} \text{ N}}{0,1 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 1 \text{ m/s}^2$$

Μονάδες 6



4.3. Η ηλεκτρική δύναμη κάνει αρνητικό έργο, αφού είναι αντίθετη (ασκείται κατακόρυφα προς τα επάνω) στην κίνηση του σώματος (η οποία γίνεται κατακόρυφα προς τα κάτω). (Ισοδύναμα, $\sin\theta = \sin 180^\circ = -1$ για αντικατάσταση στον τύπο του έργου) (2 μονάδες). Υπολογισμός (4 μονάδες):

$$W_{F_{\eta\lambda}} = -F_{\eta\lambda}d = -(9 \times 10^{-4} \text{ N})(10 \text{ mm}) = -(9 \times 10^{-4} \text{ N})(10 \times 10^{-3} \text{ m}) = -9 \times 10^{-6} \text{ J}$$

Μονάδες 6

4.4. Από το θεώρημα μεταβολής κινητικής ενέργειας:

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_{\text{ολ}} = \Sigma Fd = (10 \times 10^{-4} \text{ N} - 9 \times 10^{-4} \text{ N})(10 \text{ mm}) = (10^{-4} \text{ N})(10 \times 10^{-3} \text{ m}) = 10^{-6} \text{ J}$$

ή με διαφορετικό τρόπο υπολογισμού: $K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_{\text{ολ}} = W_B + W_{F_{\eta\lambda}} = mgd + W_{F_{\eta\lambda}} =$

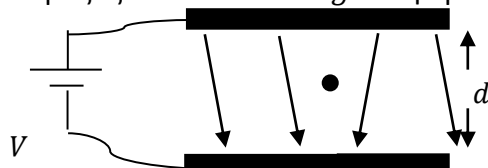
$$(0,1 \times 10^{-3} \text{ kg}) \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) (10 \times 10^{-3} \text{ m}) + (-9 \times 10^{-6} \text{ J}) = 10^{-6} \text{ J}$$

Μονάδες 8

Θέμα 16367

ΘΕΜΑ 4

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 $m = 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$ και φορτίου $q = -2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$.



4.1. Αν η σταγόνα ισορροπεί, να υπολογίσετε την ένταση του ομογενούς 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.

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

Μονάδες 6

4.3. 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 6

4.4. 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 7

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

Απάντηση Θέματος 16367

ΘΕΜΑ 4

4.1. Αφού η σταγόνα ισορροπεί θα έχουμε:

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad F_{\eta\lambda} = (q)E = mg \quad \text{ή} \quad E = \frac{mg}{(q)} = 10^4 \frac{V}{m}$$

Μονάδες 6

4.2. Αν διπλασιάσουμε τη διαφορά δυναμικού στα άκρα της πηγής, διατηρώντας σταθερή την απόσταση των πλακών θα διπλασιαστεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου και υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E' = \frac{V'}{d} \quad \text{ή} \quad E' = \frac{2V}{d} \quad \text{ή} \quad E' = 2E$$

Συνεπώς θα διπλασιαστεί η ηλεκτρική δύναμη και η σταγόνα δε θα ισορροπεί πλέον. Η αρχική τιμή της δύναμης είναι $F_{\eta\lambda}$ και η νέα τιμή της δύναμης θα είναι $F_{\eta\lambda}'$ οπότε θα έχουμε (χρησιμοποιώντας $E' = 2E$):

$$F_{\eta\lambda} = mg \quad \text{και} \\ F_{\eta\lambda}' = qE' = 2qE = 2mg$$

Η συνισταμένη δύναμη που δέχεται η σταγόνα θα είναι: $\Sigma F = F_{\eta\lambda}' - mg$

Άρα: $\Sigma F = 2mg - mg = mg$, συνεπώς η σταγόνα θα κινηθεί προς τα πάνω.

Σύμφωνα με το δεύτερο νόμο του Newton:

$$\Sigma F = ma \quad \text{ή} \quad mg = ma \\ a = g = 10 \frac{m}{s^2}$$

Ανέρχεται προς τα πάνω με επιτάχυνση με μέτρο ίσο με $10 \frac{m}{s^2}$.

Μονάδες 6

4.3. Η σταγόνα κινείται ευθύγραμμα ομαλά επιταχυνόμενα, συνεπώς για τον χρόνο κίνησης του ηλεκτρικού φορτίου θα έχουμε:

$$t = \frac{v}{a} = 0,1s$$

Και για την απόσταση που διανύει η σταγόνα: $\frac{d}{2} = \frac{1}{2}at^2$

$$d = at^2 = 0,1m$$

Μονάδες 6

4.4. Υπολογίζουμε το έργο του βάρους w καθώς και το έργο της δύναμης $F_{\eta\lambda}'$ από τις παρακάτω σχέσεις:

$$W_w = -mg \frac{d}{2} = -10^{-4}J \\ W_{F'} = qE' \frac{d}{2} = 2mg \frac{d}{2} = 2 \cdot 10^{-4}J$$

Μονάδες 7

Θέμα 16201

ΘΕΜΑ 4

Διαστημικό όχημα, μάζας $m = 300 \text{ kg}$, εκτοξεύεται από την επιφάνεια της Γης, κατακόρυφα. Η αρχική του ταχύτητα είναι μηδενική, ενώ ο προωθητικός του μηχανισμός το αναγκάζει να κινείται με σταθερή επιτάχυνση $\hat{a}$. Όταν το όχημα φτάνει σε ύψος ίσο με την ακτίνα της Γης ($h = R_T$) από την επιφάνειά της, ο προωθητικός μηχανισμός σταματάει να λειτουργεί και το όχημα κινείται πλέον ελεύθερα, λόγω της ταχύτητας που απέκτησε ως τότε. Αν το διαστημικό όχημα δε δέχεται αντιστάσεις και καταφέρνει μόλις να διαφύγει για πάντα από την έλξη της Γης, να υπολογίσετε:

4.1. Το μέτρο της ταχύτητας που είχε το διαστημικό όχημα, τη στιγμή που έπαψε να λειτουργεί ο προωθητικός μηχανισμός, δηλαδή την ταχύτητα διαφυγής από το συγκεκριμένο ύψος πάνω από την επιφάνεια της Γης.

Μονάδες 6

4.2. Το μέτρο της σταθερής επιτάχυνσης του διαστημικού οχήματος, όσο λειτουργούσε ο προωθητικός του μηχανισμός.

Μονάδες 6

4.3. Τη χρονική διάρκεια λειτουργίας του προωθητικού μηχανισμού.

Μονάδες 6

4.4. Τη βαρυτική δυναμική ενέργεια του οχήματος μετά από χρονική διάρκεια $\Delta t = 800 \cdot \sqrt{2} \text{ s}$ από την εκκίνησή του.

Μονάδες 7

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης $g_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ και η ακτίνα της Γης $R_\Gamma = 6400 \text{ km}$.

Απάντηση Θέματος 16201

ΘΕΜΑ 4

4.1. Τη στιγμή που σταματάει η λειτουργία του προωθητικού μηχανισμού, το διαστημικό όχημα έχει ταχύτητα ίση με την ταχύτητα διαφυγής v_δ από το πεδίο βαρύτητας της Γης και από το ύψος που βρίσκεται τότε από την επιφάνειά της. Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης μηχανικής ενέργειας για την κίνηση του οχήματος από το σημείο εκείνο μέχρι την έξοδό του από το πεδίο της Γης:

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_\delta^2 - \frac{G \cdot M_\Gamma \cdot m}{R_\Gamma + h} = 0 \text{ και επειδή } h = R_\Gamma \text{ και } G \cdot M_\Gamma = g_0 \cdot R_\Gamma^2 \text{ προκύπτει:}$$

$$v_\delta = \sqrt{g_0 \cdot R_\Gamma} = 8000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Μονάδες 6

4.2. Επειδή το όχημα κινείται με σταθερή επιτάχυνση, δέχεται σταθερή συνισταμένη δύναμη με τη δράση του προωθητικού μηχανισμού, για την οποία σύμφωνα με τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής ισχύει:

$F = m \cdot a$. Εφαρμόζουμε το θεώρημα έργου – ενέργειας για την κίνηση του οχήματος μέχρι να σταματήσει ο προωθητικός μηχανισμός:

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_\delta^2 = F \cdot h = m \cdot a \cdot h \text{ οπότε } a = \frac{v_\delta^2}{2 \cdot h} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Μονάδες 6

4.3. $v_\delta = a \cdot t$ άρα $t = 1600 \text{ s}$

Μονάδες 6

4.4. Στη χρονική διάρκεια που ζητήθηκε, δεν έχει ακόμη σταματήσει ο προωθητικός μηχανισμός. Έτσι ισχύει:

$$h = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 3,2 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Τότε η δυναμική ενέργεια του οχήματος είναι:

$$U = -G \frac{M_\Gamma \cdot m}{R_\Gamma + h} = -\frac{g_0 \cdot R_\Gamma^2 \cdot m}{R_\Gamma + h} = -1,28 \cdot 10^{10} \text{ J}$$

Μονάδες 7

Θέμα 16036

ΘΕΜΑ 2

2.1. Τρία σημειακά φορτία $q_A = -2q$, $q_B = +3q$, $q_\Gamma = +q$ διατηρούνται ακίνητα στις κορυφές Α, Β, Γ αντίστοιχα, ενός ισοπλευρού τριγώνου ΑΒΓ 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

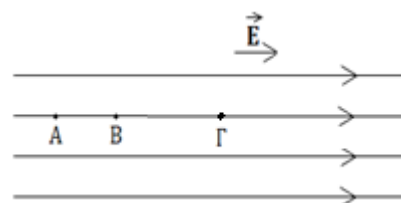
2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

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 Α, Β 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 Α ελεύθερο να κινηθεί. Το έργο της δύναμης του πεδίου για να μεταβεί το ηλεκτρικό φορτίο q_1 από το σημείο Α στο Β είναι $W_{AB} = 10J$. Η κινητική ενέργεια K_Γ , που θα αποκτήσει το φορτίο q_1 όταν φτάσει στο σημείο Γ είναι:



(α) $K_\Gamma = 10J$,

(β) $K_\Gamma = 20J$,

(γ) $K_\Gamma = 30J$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

Απάντηση Θέματος 16036

ΘΕΜΑ 2

2.1.

2.1.A. Σωστή απάντηση η (β)

Μονάδες 4

2.1.B.

$$U = K_C \frac{q_A \cdot q_B}{\alpha} + K_C \frac{q_A \cdot q_\Gamma}{\alpha} + K_C \frac{q_B \cdot q_\Gamma}{\alpha} = K_C \frac{(-2q) \cdot (+3q)}{\alpha} + K_C \frac{(-2q) \cdot (+q)}{\alpha} + K_C \frac{(+3q) \cdot (+q)}{\alpha} \Rightarrow$$

$$U = -5K_C \frac{q^2}{a}$$

Μονάδες 8

2.2.

2.2.A. Σωστή απάντηση η (γ)

Μονάδες 4

2.2.B.

$$(A\Gamma) = (AB) + (B\Gamma) = (AB) + 2(AB) \Rightarrow (A\Gamma) = 3 \cdot (AB)$$

Επειδή το ηλεκτρικό πεδίο είναι ομογενές έχουμε:

$$\frac{V_{AB}}{V_{A\Gamma}} = \frac{E \cdot (AB)}{E \cdot (A\Gamma)} = \frac{1}{3} \Rightarrow V_{A\Gamma} = 3V_{AB} \quad (\text{μονάδες 3})$$

Το έργο της δύναμης του πεδίου για να μεταβεί το ηλεκτρικό φορτίο q_1 από το σημείο Α στο Β είναι:

$$W_{AB} = q_1 V_{AB} = 10 \text{ J}, \text{ οπότε το αντίστοιχο έργο από το σημείο Α στο Γ είναι:}$$

$$W_{A\Gamma} = q_1 V_{A\Gamma} = 3q_1 V_{AB} = 30 \text{ J} \quad (\text{μονάδες 4})$$

Από ΘΜΚΕ από το σημείο Α στο Γ έχουμε:

$$K_2 - 0 = W_{A\Gamma} \Rightarrow K_2 = 30 \text{ J} \quad (\text{μονάδες 2})$$

Μονάδες 9

Θέμα 16202

ΘΕΜΑ 4

Θεωρούμε τη Γη μια σφαίρα ακίνητη και ομογενή, ακτίνας $R_\Gamma = 6400 \text{ km}$ και το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας στην επιφάνειά της $g_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Ένας μετεωρίτης μάζας $m = 100 \text{ kg}$ κινείται ευθύγραμμα προς τη Γη, σε διεύθυνση που διέρχεται από το κέντρο της και εισέρχεται από το διάστημα στο Γήινο βαρυτικό πεδίο με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 8 \cdot \sqrt{2} \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

4.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία ο μετεωρίτης θα έφτανε στην επιφάνεια της Γης, αν δεν υπήρχε η ατμόσφαιρα.

Μονάδες 6

Αν υποθέσουμε ότι η ατμόσφαιρα της Γης φτάνει σε ύψος $h = \frac{R_\Gamma}{4}$ από την επιφάνειά της:

4.2. να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας με την οποία ο μετεωρίτης εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης.

Μονάδες 6

4.3. να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια του μετεωρίτη τη στιγμή που εισέρχεται στην ατμόσφαιρα της Γης.

Μονάδες 6

4.4. Αν τελικά ο μετεωρίτης εξαιτίας των αντιστάσεων της ατμόσφαιρας έφτασε στην επιφάνεια της Γης με ταχύτητα ίσου μέτρου με αυτή που εισήλθε στο πεδίο βαρύτητας της Γης, να υπολογίσετε τη θερμική ενέργεια που παράχθηκε εξαιτίας τριβών μεταξύ του μετεωρίτη και της ατμόσφαιρας της Γης.

Μονάδες 7

Απάντηση Θέματος 16202

ΘΕΜΑ 4

4.1. Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας από την είσοδο του μετεωρίτη στο βαρυτικό πεδίο της Γης, μέχρι να χτυπήσει στην επιφάνειά της:

$$E_M^{\alpha\rho\chi} = E_M^{\varepsilon\pi\iota\varphi}, \quad \text{ή} \quad \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - G \cdot \frac{M_\Gamma \cdot m}{R_\Gamma}$$

Αλλά ισχύει $G \cdot M_T = g_0 \cdot R_T^2$
 Οπότε προκύπτει $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g_0 \cdot R_T$
 Και με αντικατάσταση $v = 16 \cdot 10^3 \frac{m}{s}$

Μονάδες 6

4.2. Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας από την είσοδο του μετεωρίτη στο βαρυτικό πεδίο της Γης, μέχρι την είσοδό του στην ατμόσφαιρα της Γης:

$$E_M^{\alpha\rho\chi} = E_M^{\alpha\tau\mu}, \quad \text{ή} \quad \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 - G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T + h}$$

Αλλά ισχύει $G \cdot M_T = g_0 \cdot R_T^2$ και $h = \frac{R_T}{4}$

Οπότε προκύπτει

$$v_1^2 = v_0^2 + \frac{8}{5} \cdot g_0 \cdot R_T = \left(2 \cdot 64 \cdot 10^6 + \frac{8}{5} \cdot 64 \cdot 10^6 \right) \frac{m^2}{s^2} = 2 \cdot 64 \cdot 10^6 \cdot \frac{9}{5} \frac{m^2}{s^2} = 4 \cdot 9 \cdot 64 \cdot 10^5 \frac{m^2}{s^2}$$

Και τελικά $v_1 = 4,8 \cdot 10^{3,5} \frac{m}{s}$

Μονάδες 6

4.3.
$$U_1 = -G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T + h} = -\frac{g_0 \cdot R_T^2 \cdot m}{\frac{5}{4} R_T} = -\frac{4}{5} \cdot g_0 \cdot R_T \cdot m = -5,12 \cdot 10^9 J$$

Μονάδες 6

4.4. Η θερμική ενέργεια που παράχθηκε είναι ίση με την απώλεια μηχανικής ενέργειας του μετεωρίτη από την είσοδό του στο πεδίο βαρύτητας της Γης, μέχρι να φτάσει στην επιφάνειά της αφού πέρασε μέσα από την ατμόσφαιρα.

$$Q = (\Delta E_M) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 - \left(\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 - G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T} \right) = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{R_T} = g_0 \cdot R_T \cdot m = 6,4 \cdot 10^9 J$$

Μονάδες 7

Θέμα 16329

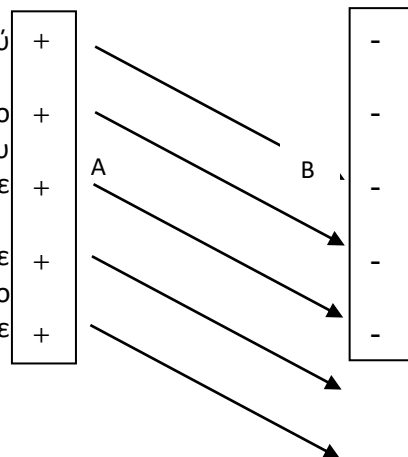
ΘΕΜΑ 4

Δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες φορτισμένες με αντίθετα φορτία, όπως στο σχήμα, δημιουργούν ανάμεσά τους ομογενές ηλεκτρικό πεδίο.

Η διαφορά δυναμικού των δύο πλακών είναι $V = 1 \text{ KV}$ και η απόσταση μεταξύ τους $d = 5 \text{ mm}$.

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, από το σημείο Α του πεδίου, ένα θετικό φορτίο q_1 επιταχύνεται από την ηρεμία χωρίς αντιστάσεις, μόνο με την επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου και φτάνει στο σημείο Β. Η απόσταση (ΑΒ) είναι ίση με $(AB) = d = 5 \text{ mm}$.

Γνωρίζετε ότι: το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι ίσο με $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, η μάζα του ίση με $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$ ενώ για το θετικό φορτίο q_1 ισχύει η σχέση $q_1 = e$ και η μάζα του είναι ίση με $m_1 = 2 \cdot m_e$.



4.1. Να προσδιορίσετε την ένταση του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου.

Μονάδες 4

4.2. Αν από το σημείο Β, επιταχυνθεί από την ηρεμία ένα ηλεκτρόνιο τότε να βρείτε το λόγο των μέτρων των επιταχύνσεων που αποκτά καθένα από τα σωματίδια.

Μονάδες 8

4.3. Να προσδιορίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης που αποκτά το φορτίο q_1 και στη συνέχεια να υπολογίσετε το έργο για τη μετακίνηση του φορτίου q_1 μεταξύ των σημείων Α και Β. Το αποτέλεσμα για το έργο να δοθεί σε eV .

Μονάδες 5

4.4. Να κατασκευάσετε τη γραφική παράσταση της θέσης του φορτίου q_1 σε συνάρτηση με το τεράγωνο του χρόνου $(x - t^2)$, ορίζοντας έναν άξονα $x'x$, με $x_0 = 0$ στο σημείο Α, δηλαδή στο σημείο στο οποίο αρχίζει να κινείται το φορτίο αυτό.

Μονάδες 8

Απάντηση Θέματος 16329

ΘΕΜΑ 4

4.1. Το μέτρο της έντασης στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο είναι ίσο με το πηλίκο της διαφοράς δυναμικού δύο οποιωνδήποτε σημείων του ηλεκτρικού πεδίου προς την απόστασή τους x , μετρημένη κατά μήκος μιας δυναμικής γραμμής.

$$E = \frac{V}{L}$$

(Μονάδα 1)

$$E = \frac{V}{d}, E = \frac{1 \text{ KV}}{5 \text{ mm}}, E = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ V}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ m}} \rightarrow$$

(Μονάδες 2)

$$E = 2 \cdot 10^5 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

ή

$$E = 2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

(Μονάδα 1)

Μονάδες 4

4.2. Αν σε ένα ομογενές πεδίο βρεθεί ένα φορτισμένο σωματίδιο τότε θα δεχτεί σταθερή δύναμη μέτρου

$$F = E \cdot (q)$$

(Μονάδα 1)

και θα αποκτήσει σταθερή επιτάχυνση μέτρου

$$\alpha = \frac{E \cdot (q)}{m}$$

Για το φορτίο q_1 είναι:

$$\alpha_1 = \frac{E \cdot (q_1)}{m_1}$$

Για το φορτίο q_2 είναι:

$$\alpha_2 = \frac{E \cdot (q_2)}{m_2}$$

(Μονάδες 3)

Συνεπώς, ο λόγος των μέτρων των επιταχύνσεων είναι:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\frac{E \cdot (q_1)}{m_1}}{\frac{E \cdot (q_2)}{m_2}}, \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{(q_1)}{(q_2)} \cdot \frac{m_2}{m_1}, \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = 1 \cdot \frac{m_2}{2 \cdot m_2}, \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{1}{2}$$

(Μονάδες 4)

Μονάδες 8

4.3. Για το φορτίο q_1 είναι:

$$\alpha_1 = \frac{2 \cdot 10^5 \frac{N}{C} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} Kg}, \alpha_1 \cong 0,18 \cdot 10^{17} \frac{N}{Kg} = 1,8 \cdot 10^{16} \frac{m}{s^2}$$

(Μονάδες 2)

Το έργο για τη μετακίνηση του φορτίου από το σημείο Α στο Β προσδιορίζεται μέσω της σχέσης:

$$W_{AB} = q_1 \cdot V,$$

(Μονάδα 1)

$$W_{AB} = e \cdot 10^3 V, W_{AB} = 1000 eV$$

(Μονάδες 2)

Μονάδες 5

4.4. Για να κατασκευάσουμε τη γραφική παράσταση της θέσης συναρτήσει του τετραγώνου του χρόνου θα προσδιορίσουμε το χρόνο άφιξης του φορτίου στο σημείο Β και μάλιστα το τετράγωνο του χρόνου αυτού. Τα σωματίδιο εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση χωρίς αρχική ταχύτητα, συνεπώς είναι:

$$\Delta x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \text{ και για } x_0 = 0 \text{ είναι } x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

(Μονάδα 1)

Θα λύσουμε την τελευταία εξίσωση ως προς το χρόνο στο τετράγωνο:

$$t^2 = \frac{2 \cdot x}{a}$$

(Μονάδα 1)

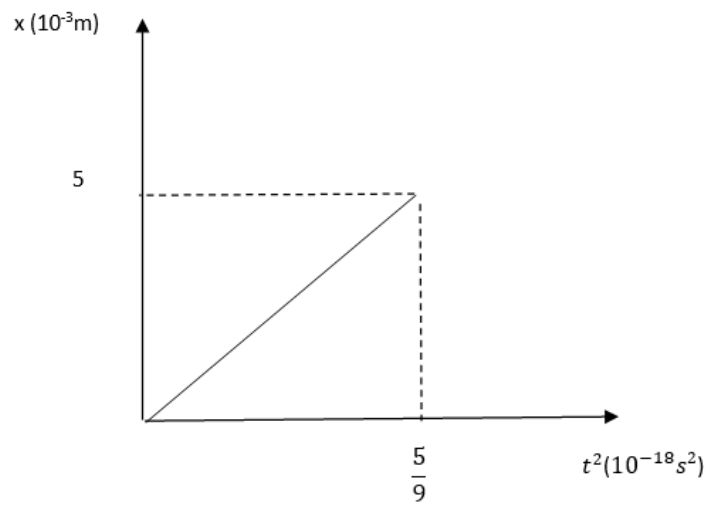
Για το χρόνο κίνησης του φορτίου q_1 είναι:

$$t_1^2 = \frac{2 \cdot d}{a_1}, t_1^2 = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} m}{1,8 \cdot 10^{16} \frac{m}{s^2}}, t_1^2 = \frac{5}{9} \cdot 10^{-18} s^2$$

(Μονάδα 1)

Η γραφική παράσταση της θέσης συναρτήσει του τετραγώνου του χρόνου θα είναι ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων γιατί η σχέση $x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ ή $x = \frac{a}{2} \cdot t^2$ είναι της μαθηματικής μορφής $y = \alpha \cdot x$.

(Μονάδα 1)



(Μονάδες 4)

Μονάδες 8