

ΑΝΟΜΟΙΟΓΕΝΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

Β' ΘΕΜΑΤΑ

1. 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) $\frac{4 \cdot k \cdot |e|^2}{m_p \cdot u_0^2}$,

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

(γ) $\frac{m_p \cdot u_0^2}{2 \cdot k \cdot |e|}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση & να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4 + 8 = 12

2. Πρωτόνιο εκτοξεύεται με αρχική ταχύτητα u_0 από πολύ μακριά προς ακίνητο σωματίο α το οποίο όμως είναι ελεύθερο να κινηθεί. Η ταχύτητα του πρωτονίου είναι πάνω στην ευθεία που ενώνει τα δύο σωματίδια. Αν δίνεται k η ηλεκτρική σταθερά, $m_p = m_n = m$ η μάζα του πρωτονίου η οποία ισούται με αυτήν του νετρονίου, $q_p = |e|$ το φορτίο του πρωτονίου και ότι το σωματίο α είναι πυρήνας Ηλίου με 2 πρωτόνια και 2 νετρόνια, τότε οι ταχύτητες των δύο σωματιδίων όταν η μεταξύ τους απόσταση θα είναι ελάχιστη δίνεται από την:

(α) $u_p = u_\alpha = u_0$.

(β) $5u_p = u_\alpha = \frac{u_0}{2}$.

(γ) $u_p = u_\alpha = \frac{u_0}{5}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση & να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4 + 8 = 12

3. Από άπειρη απόσταση εκτοξεύουμε ένα αρνητικό φορτίο $q_1 = -2e$ με κινητική ενέργεια K_0 εναντίον ενός μονίμως ακλόνητου αρνητικού φορτίου $q_2 = -2e$. Η απόσταση x από το αρνητικό φορτίο q_2 όπου η κινητική ενέργεια του αρνητικού φορτίου q_1 υποτετραπλασιάζεται είναι:

(α) $x = \frac{7 \cdot K_c \cdot e^2}{3 \cdot K_0}$,

(β) $x = \frac{16 \cdot K_c \cdot e^2}{3 \cdot K_0}$,

(γ) $x = \frac{5 \cdot K_c \cdot e^2}{3 \cdot K_0}$

Δίνονται: το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο e και η ηλεκτρική σταθερά K_c

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση & να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4 + 8 = 12

4. Δύο θετικά φορτισμένα σωματίδια εκτοξεύονται με ταχύτητα ίδιου μέτρου v_0 το ένα εναντίον του άλλου από άπειρη απόσταση μεταξύ τους. Τα φορτία και οι μάζες των σωματιδίων είναι αντίστοιχα q_1, m και $q_2, 4m$. Όταν η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος γίνει μέγιστη, τα δύο φορτισμένα σωματίδια μάζας m και $4m$ αποκτούν ταχύτητες μέτρου v_1 και v_2 αντίστοιχα, ίσες με:

(α) $v_1 = \frac{3v_0}{5}, v_2 = \frac{3v_0}{5}$,

(β) $v_1 = \frac{3v_0}{4}, v_2 = \frac{3v_0}{5}$,

(γ) $v_1 = \frac{3v_0}{4}, v_2 = \frac{3v_0}{7}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση & να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4 + 8 = 12

5. Σημειακό ηλεκτρικό φορτίο q_1 βρίσκεται σε απόσταση $10cm$ από θετικό σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $q_2 = 1 \cdot 10^{-6}C$, οπότε το σύστημα των δύο σημειακών φορτίων έχει ηλεκτρική δυναμική ενέργεια U_1 . Αντικαθιστούμε το φορτίο q_2 με ένα άλλο φορτίο $q'_2 = 3 \cdot 10^{-6}C$ και ταυτόχρονα μειώνουμε την απόσταση μεταξύ του q_1 και του q'_2 έτσι ώστε να απέχουν $5cm$, οπότε το σύστημα των δύο σημειακών φορτίων έχει ηλεκτρική δυναμική ενέργεια U_2 . Ο λόγος $\frac{U_1}{U_2}$ ισούται με:

(α) $\frac{U_1}{U_2} = \frac{2}{3}$

(β) $\frac{U_1}{U_2} = \frac{3}{2}$

(γ) $\frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{6}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση & να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4 + 8 = 12

6. Πάνω σε λείο οριζόντιο μονωτικό επίπεδο βρίσκεται ένα σώμα Σ_1 μάζας m_1 και θετικού φορτίου q_1 . Στο ίδιο οριζόντιο μονωτικό επίπεδο και σε απόσταση r από το σώμα Σ_1 βρίσκεται σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 2m_1$ και αρνητικού φορτίου q_2 . Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 αφήνονται ταυτόχρονα ελεύθερα τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$. Κάποια επόμενη χρονική στιγμή t_1 οι κινητικές ενέργειες των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 είναι K_1 και K_2 αντίστοιχα. Ο λόγος $\frac{K_1}{K_2}$ ισούται με:

(α) $\frac{K_1}{K_2} = 1$

(β) $\frac{K_1}{K_2} = \frac{1}{2}$

(γ) $\frac{K_1}{K_2} = 2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση & να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4 + 8 = 12

7. Δύο μικρά μεταλλικά σφαιρίδια είναι φορτισμένα με ηλεκτρικά φορτία Q_1 και Q_2 και συγκρατούνται αρχικά ακίνητα πάνω σε λείο μονωτικό οριζόντιο δάπεδο, σε κοντινή σχετικά μεταξύ τους απόσταση ώστε να αλληλεπιδρούν ηλεκτρικά. Η αρχική ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο φορτίων είναι $U = -0,8 \text{ J}$. Κάποια στιγμή αφήνουμε ελεύθερα και τα δύο φορτία ταυτόχρονα να κινηθούν. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα. Μια επόμενη χρονική στιγμή, ενώ ακόμη τα φορτία κινούνται ελεύθερα, η δυναμική ενέργεια του συστήματος είναι δυνατόν να έχει γίνει:

(α) $U' = -1,2 \text{ J}$,

(β) $U' = -0,4 \text{ J}$,

(γ) $U' = 0,8 \text{ J}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση & να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4 + 8 = 12

8. Δύο φορτισμένα σωματίδια, με την ίδια μάζα και το ίδιο φορτίο, συγκρατούνται αρχικά ακίνητα σε απόσταση r και η δυναμική ενέργεια ηλεκτρικής αλληλεπίδρασης του συστήματος των δύο σωματιδίων είναι U . Αφήνουμε ταυτόχρονα ελεύθερα τα δύο σωματίδια να κινηθούν εξαιτίας των απωστικών δυνάμεων που ασκεί το ένα στο άλλο, χωρίς να παίζουν κάποιο ρόλο οι τριβές ή η βαρυτική δύναμη. Όταν η μεταξύ τους απόσταση είναι διπλάσια της αρχικής ($r' = 2 \cdot r$), η κινητική ενέργεια κάθε σωματιδίου είναι K και ισχύει:

(α) $K = U$,

(β) $K = \frac{U}{4}$,

(γ) $K = 4U$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση & να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4 + 8 = 12

9. Έστω δύο σημειακά φορτία q_1, q_2 που έχουν απόσταση $d = 20 \text{ cm}$. Αν η δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο φορτίων είναι $U = -10 \text{ J}$, η δύναμη που ασκείται μεταξύ τους έχει μέτρο:

(α) $F = 10 \text{ N}$,

(β) $F = 5 \text{ N}$,

(γ) $F = 50 \text{ N}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση & να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 4 + 8 = 12

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

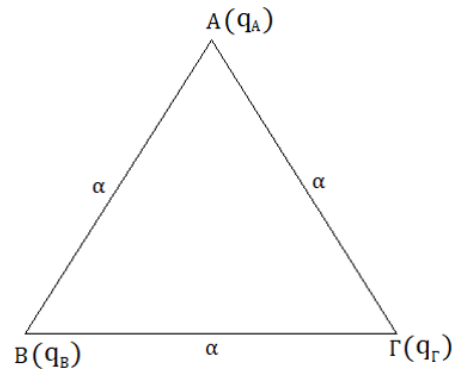
(α) $U = -11 \cdot K_C \cdot \frac{q^2}{a}$

(β) $U = -5 \cdot K_C \cdot \frac{q^2}{a}$

(γ) $U = +11 \cdot K_C \cdot \frac{q^2}{a}$

όπου K_C , η σταθερά του Coulomb

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση & να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



Μονάδες 4 + 8 = 12

Δ' ΘΕΜΑΤΑ

11. Στις κορυφές ενός ισοπλευρου τριγώνου ABΓ πλευράς $a = 0,3 \text{ cm}$, συγκρατούνται αρχικά ακίνητα τρία μικρά σφαιρίδια φορτισμένα με ίσα ηλεκτρικά φορτία $q_1 = q_2 = q_3 = 2 \mu\text{C}$. Στη συνέχεια απομακρύνουμε το φορτίο q_3 από την κορυφή Γ και διατηρούμε τα άλλα δύο στις κορυφές Α και Β δένοντας το κάθε ένα από αυτά στο άκρο αβαρούς και μη ελαστικού νήματος μήκους $L = 0,3 \text{ cm}$. Έτσι τελικά τα φορτία αυτά ισορροπούν σε λείο οριζόντιο δάπεδο σε απόσταση $L = 0,3 \text{ cm}$ μεταξύ τους. Οι μάζες των φορτίων q_1, q_2 είναι $m_1 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Kg}$ και $m_2 = 2 \cdot m_1$, αντίστοιχα. Κάποια στιγμή το νήμα κόβεται και τα δύο σφαιρίδια αρχίζουν να κινούνται λόγω των απωστικών ηλεκτρικών δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ τους.

4.1. Να προσδιορίσετε την ενέργεια του αρχικού συστήματος των τριών φορτίων.

Μονάδες 5

4.2. Αν $U_{αρχ}$ και $U_{τελ}$ οι δυναμικές ενέργειες του συστήματος των δύο φορτίων q_1, q_2 όταν αυτά απέχουν μεταξύ τους απόσταση L και $2 \cdot L$ αντίστοιχα, να προσδιορίσετε το λόγο: $\frac{U_{αρχ}}{U_{τελ}}$. **Μονάδες 5**

4.3. Να προσδιορίσετε το λόγο των μέτρων των δύο ταχυτήτων $\frac{v_1}{v_2}$ που αποκτούν τα φορτία q_1 και q_2 στην απόσταση $2 \cdot L$. **Μονάδες 7**

4.4. Να προσδιορίσετε τα μέτρα των ταχυτήτων v_1 και v_2 . **Μονάδες 8**

Δίνεται η σταθερά του νόμου Coulomb: $K_C = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$, ενώ αγνοούνται όλες οι δυνάμεις που μπορεί να δέχονται τα μικρά σφαιρίδια, εκτός από την ηλεκτρική τους αλληλεπίδραση.

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

13. Δύο υλικά σημεία, που έχουν ίσες μάζες και φέρουν ηλεκτρικά φορτία $q_1 = + 1 \mu C$ και $q_2 = + 2 \mu C$, συγκρατούνται ακίνητα στο κενό και σε απόσταση $r = 2 \text{ cm}$.

4.1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική τους ενέργεια. **Μονάδες 6**

Τα υλικά σημεία αφήνονται ελεύθερα να κινηθούν την χρονική στιγμή $t_0 = 0$.

4.2. Αν v_1, v_2 είναι τα αντίστοιχα μέτρα των ταχυτήτων τους, να υπολογίσετε τον λόγο $\frac{v_1}{v_2}$, όταν η απόστασή τους γίνει αρκετά μεγάλη ώστε η μεταξύ τους ηλεκτρική αλληλεπίδραση να θεωρείται ασήμαντη. **Μονάδες 6**

4.3. Αν η μάζα κάθε υλικού σημείου είναι $m = 0,1 \text{ kg}$, να υπολογίσετε τα μέτρα v_1 και v_2 των ταχυτήτων του προηγούμενου ερωτήματος. **Μονάδες 7**

4.4. Για την χρονική διάρκεια από t_0 μέχρι την χρονική στιγμή που η απόστασή τους γίνει αρκετά μεγάλη, ώστε η μεταξύ τους ηλεκτρική αλληλεπίδραση να θεωρείται ασήμαντη, να υπολογίσετε το έργο της δύναμης που δέχεται το πρώτο υλικό σημείο από το δεύτερο. **Μονάδες 6**

Δίνεται: $k_{ηλ} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$. Να θεωρήσετε αμελητέα την βαρυτική αλληλεπίδραση των υλικών σημείων τόσο μεταξύ τους όσο και με άλλα σώματα.

14. Σφαιρίδιο μάζας $m_1 = 10^{-9} \text{ Kg}$, φορτισμένο με θετικό φορτίο $q_1 = 10^{-8} \text{ C}$, βάλλεται με αρχική ταχύτητα $v_0 = 40 \frac{m}{s}$ προς δεύτερο σφαιρίδιο, που είναι αρχικά ακίνητο σε απόσταση $d = 1 \text{ m}$ από αυτό. Το δεύτερο σφαιρίδιο έχει μάζα $m_2 = 3 \cdot m_1$ και φορτίο $q_2 = q_1$. Τα σφαιρίδια βρίσκονται πάνω σε οριζόντιο, λείο και μονωτικό δάπεδο.

4.1. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης που εκτελεί καθένα από τα σφαιρίδια μέχρι να φτάσουν στην ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση. **Μονάδες 5**

4.2. Να προσδιορίσετε τις ταχύτητες των σφαιριδίων όταν βρίσκονται στην ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση. **Μον.6**

4.3. Να προσδιορίσετε τη μεταβολή της ορμής για κάθε ένα από τα σωματίδια μέχρι αυτά να φτάσουν στην ελάχιστη απόσταση. **Μονάδες 6**

4.4. Ποια είναι η ελάχιστη απόσταση στην οποία πλησιάζουν τα δύο σφαιρίδια; **Μονάδες 8**

Δίνεται η σταθερά του νόμου Coulomb: $K_C = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$, αγνοούνται άλλες αντιστάσεις στην κίνηση των σφαιριδίων και θεωρούμε θετική την φορά κίνησης του σφαιριδίου μάζας m_1 .

15. 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 Α, που απέχει από το έδαφος ύψος $\frac{2 \cdot h}{3}$.

Μονάδες 6

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

Μονάδες 6

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

Μονάδες 7

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

16. Σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $Q = 0,4 \mu\text{C}$ βρίσκεται σταθερά στερεωμένο στο σημείο Α οριζώντιου επιπέδου. Το δάπεδο είναι κατασκευασμένο μονωτικό υλικό. Τοποθετούμε στο σημείο Β του επιπέδου, ένα αρχικά ακίνητο σημειακό φορτισμένο αντικείμενο Σ , το οποίο έχει μάζα

$m = 2 \text{ mg}$ και ηλεκτρικό φορτίο $q = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, και το οποίο στη συνέχεια το αφήνουμε ελεύθερο, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Δίνονται ότι $(AB) = (B\Gamma) = 1 \text{ m}$ και η ηλεκτρική σταθερά $k_c = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$. Θεωρούμε μηδενική την αντίσταση του αέρα και δεν λαμβάνεται υπόψη η δύναμη της βαρύτητας. Να υπολογίσετε:

4.1. Την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος, που περιλαμβάνει το σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q και το σημειακό φορτισμένο αντικείμενο Σ , όταν το Σ βρίσκεται ακίνητο στο σημείο Β.

Μονάδες 5

4.2. Την αύξηση ή την ελάττωση της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας του πιο πάνω συστήματος (Σ, Q) , όταν το αντικείμενο Σ μετακινηθεί από το σημείο Β, στο σημείο Γ.

Μονάδες 6

4.3. Την ταχύτητα με την οποία φτάνει το αντικείμενο Σ στο σημείο Γ. Θεωρούμε ότι η μοναδική δύναμη που ασκείται στο Σ είναι η ηλεκτρική δύναμη Coulomb.

Μονάδες 7

4.4. Την ταχύτητα του φορτισμένου αντικειμένου Σ , μόλις αυτό φτάσει σε σημείο εκτός του ηλεκτρικού πεδίου του σημειακού φορτίου Q . Θεωρούμε ότι η μοναδική δύναμη που ασκείται στο Σ είναι η δύναμη Coulomb. **Μονάδες 7**

17. Δύο ακίνητα φορτισμένα σωματίδια (1) και (2) μάζες m_1 και m_2 και ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 και βρίσκονται επάνω σε λείο, οριζόντιο μονωτικό και σε άπειρη απόσταση μεταξύ τους. Τη χρονική στιγμή σωματίδιο (1) εκτοξεύεται με ταχύτητα μέτρου v_0 και

κατεύθυνση προς το σωματίδιο (2), ενώ το σωματίδιο (2) αφήνεται ταυτόχρονα ελεύθερο να κινηθεί. Δίνονται: $m_1 = 10^{-6} \text{ kg}$, $m_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$, $q_1 = -5 \mu\text{C}$, $q_2 = -10 \mu\text{C}$, $v_0 = 3 \cdot 10^4 \text{ m/s}$, $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$.

4.1. Να χαρακτηρίσετε το είδος της κίνησης του κάθε σωματιδίου.

Μονάδες 5

Να υπολογίσετε:

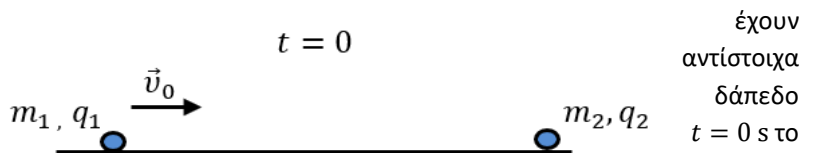
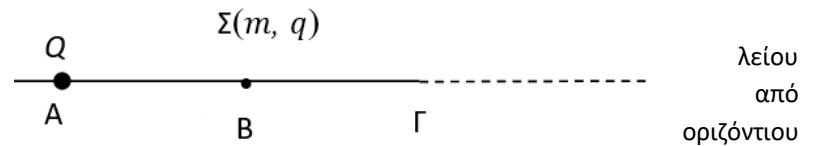
4.2. τα μέτρα των ταχυτήτων των δύο σωματιδίων, όταν η μεταξύ τους απόσταση γίνει ελάχιστη, **Μονάδες 6**

4.3. την ελάχιστη απόσταση στην οποία θα πλησιάσουν,

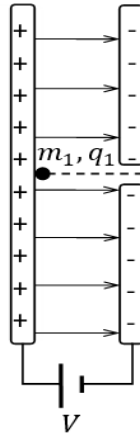
Μονάδες 7

4.4. την απόσταση των δύο σωματιδίων, τη χρονική στιγμή που θα μηδενιστεί η ταχύτητα του σωματιδίου (1). **Μον.7**

Η αντίσταση του αέρα, και η επίδραση της βαρύτητας θεωρούνται αμελητέες.



18. Σωματίδιο (Σ_1), με μάζα $m_1 = 4 \cdot 10^{-13}$ kg θετικό φορτίο $q_1 = 10^{-8}$ C, αφήνεται χωρίς αρχική πολύ κοντά στο θετικό οπλισμό φορτισμένου πυκνωτή εσωτερικό του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου που έχει δημιουργηθεί μεταξύ των οπλισμών του. Η τάση του πυκνωτή είναι $V = 2.000$ V και η απόσταση των οπλισμών του $d = 8$ cm. Η κίνηση του σωματιδίου είναι ευθύγραμμη, παράλληλη με τις δυναμικές του ομογενούς πεδίου του πυκνωτή και ακριβώς πάνω ευθεία της τροχιάς αυτής, υπάρχει μια τρύπα στον οπλισμό του πυκνωτή. Από το άνοιγμα αυτό, το σωματίδιο εξέρχεται από το ηλεκτρικό πεδίο του με την ταχύτητα \vec{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 ($m_1 = m_2$) αλλά διπλάσιου θετικού φορτίου ($q_2 = 2q_1$) από το (Σ_1). Το σωματίδιο (Σ_2) είναι αρχικά ακίνητο, αλλά είναι ελεύθερο να κινηθεί.



και
ταχύτητα
και στο
φόρτισης
μεταξύ
(Σ_1)
γραμμές
στην
αρνητικό

πυκνωτή

4.1. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του σωματιδίου (Σ_1) κατά την κίνησή του στο ομογενές πεδίο του πυκνωτή. **Μ.6**

4.2. Να υπολογίσετε το χρόνο κίνησης του σωματιδίου (Σ_1) στο ομογενές ηλεκτρικό 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**

4.3. Να εξηγήσετε, καθώς το σωματίδιο (Σ_1) κινείται προς το σωματίδιο (Σ_2), ποια είναι η συνθήκη ώστε 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

4.4. Να υπολογίσετε την ελάχιστη απόσταση μεταξύ των δύο σωματιδίων.

Μονάδες 7

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. Δίνεται η σταθερά $k_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{C}^2}$.

19. Δύο φορτισμένα σωματίδια Σ_1 και Σ_2 έχουν μάζες $m_1 = 10^{-6} \text{ Kg}$ και $m_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Kg}$ και ηλεκτρικά φορτία $q_1 = -5 \mu\text{C}$ και $q_2 = -10 \mu\text{C}$ αντίστοιχα. Τα σωματίδια Σ_1 και Σ_2 βρίσκονται αρχικά σε άπειρη απόσταση μεταξύ τους. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε το Σ_1 με ταχύτητα \vec{v}_0 που έχει κατεύθυνση προς το Σ_2 και μέτρο $v_0 = 3 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Το σωματίδιο Σ_2 συγκρατείται ακίνητο με κατάλληλο μηχανισμό. Η αντίσταση του αέρα, οι τριβές και η επίδραση της βαρύτητας θεωρούνται αμελητέες. Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά $K_c = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$.

4.1. Να υπολογίσετε την ελάχιστη απόσταση r_1 , από το Σ_2 , στην οποία θα φτάσει το Σ_1 .

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή t_1 που τα σωματίδια βρίσκονται σε απόσταση r_1 απελευθερώνουμε το σωματίδιο Σ_2 .

4.2. Να υπολογίσετε το λόγο $\frac{a_1}{a_2}$ των μέτρων των επιταχύνσεων των δύο σωματιδίων αμέσως μετά τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε την ταχύτητα κάθε σωματιδίου τη χρονική στιγμή t_2 κατά την οποία η απόσταση των σωματιδίων είναι $r_2 = 3r_1$.

Μονάδες 8

4.4. Να υπολογίσετε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής κάθε σωματιδίου τη χρονική στιγμή t_2 . **Μονάδες 5**

20. Δύο σημειακά φορτία $q_1 = +1 \mu\text{C}$ και $q_2 = -2 \mu\text{C}$ έχουν ίσες μάζες και συγκρατούνται ακίνητα στο κενό και σε απόσταση $r = 10 \text{ cm}$ μεταξύ τους.

4.1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των σημειακών φορτίων q_1 και q_2 . **Μονάδες 6**

Τα σημειακά φορτία αφήνονται ελεύθερα να κινηθούν τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$.

4.2. Αν v_1 , v_2 είναι τα μέτρα των ταχυτήτων των σημειακών φορτίων q_1 και q_2 αντίστοιχα, όταν η μεταξύ τους απόσταση υποπενταπλασιαστεί, να υπολογίσετε τον λόγο $\frac{v_1}{v_2}$.

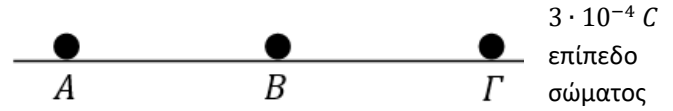
Μονάδες 6

4.3. Να υπολογίσετε τα μέτρα v_1 και v_2 των ταχυτήτων των σημειακών φορτίων q_1 και q_2 αντίστοιχα, όταν η απόστασή τους υποπενταπλασιαστεί, αν για τις μάζες των δύο φορτίων ισχύει $m_1 = m_2 = m = 0,72 \text{ mg}$ **Μονάδες 7**

4.4. Να σχεδιάσετε, σε κοινό σύστημα ορθογώνιων αξόνων, τις γραφικές παραστάσεις που απεικονίζουν τις μεταβολές της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας, της κινητικής ενέργειας και της μηχανικής ενέργειας του συστήματος των σημειακών φορτίων q_1 και q_2 , σε συνάρτηση με την απόστασή τους, από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή που η απόστασή τους υποπενταπλασιάζεται. **Μονάδες 6**

Δίνεται: $k_{ηλ} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$. Σε καθένα από τα φορτία q_1 και q_2 ασκείται μόνο η ηλεκτρική δύναμη αλληλεπίδρασης μεταξύ τους.

21. Δύο σημειακά φορτισμένα σώματα με φορτία $q_1 = q_2 =$ βρίσκονται στις θέσεις A και B , πάνω σε οριζόντιο μονωμένο μεγάλων διαστάσεων, για τις οποίες ισχύει $AB = 3 \text{ m}$. Η μάζα του που βρίσκεται στο σημείο A είναι $m = 0,2 \text{ kg}$.



4.1. Να βρείτε τη δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων. **Μονάδες 6**

4.2. Να βρεθεί η τιμή του φορτίου q_3 τρίτου σημειακού φορτισμένου σώματος, το οποίο πρέπει να τοποθετηθεί στο σημείο Γ της ευθείας AB , για το οποίο ισχύει $B\Gamma = 3 \text{ m}$, ώστε η ολική δυναμική ενέργεια του συστήματος των τριών σωμάτων να είναι μηδενική. **Μονάδες 6**

4.3. Να εξετάσετε αν σε κάποιο από τα φορτία q_1, q_2 και q_3 η συνισταμένη δύναμη από τα άλλα είναι μηδέν στις θέσεις A, B και Γ αντίστοιχα. **Μονάδες 6**

Ακίνητοποιούμε τα φορτία q_2 και q_3 στις θέσεις B και Γ και αφήνουμε το q_1 ελεύθερο να κινηθεί.

4.4. Αφού αιτιολογήσετε γιατί το φορτίο q_1 μπορεί να φτάσει στο άπειρο (δηλαδή σε πολύ μεγάλη απόσταση από τα άλλα δύο φορτία), να βρείτε την ταχύτητά του όταν φτάνει στο άπειρο. **Μονάδες 7**

Δίνεται $k_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$. Η επίδραση της βαρύτητας, οι τριβές και η αντίσταση του αέρα θεωρούνται αμελητέα.

22. Τρία σημειακά σωματίδια Σ_1, Σ_2 και Σ_3 βρίσκονται σε θέσεις A, B και Γ ενός οριζοντίου μονωτικού επιπέδου μεγάλων τις μεταξύ τους αποστάσεις ισχύει $AB = B\Gamma = r = 3 \text{ m}$. Οι μάζες είναι $m_1 = m_3 = m = 3 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$ και $m_2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$, ενώ για ισχύει: $q_1 = q_2 = q_3 = 10^{-4} \text{ C}$.



4.1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των τριών φορτίων. **Μονάδες 8**

4.2. Ποιο από τα φορτία του παραπάνω συστήματος δέχεται μηδενική συνισταμένη δύναμη, όταν τα σωματίδια βρίσκονται στις θέσεις που έχουν τοποθετηθεί αρχικά; **Μονάδες 4**

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

4.3. Αφήνουμε τα φορτία Σ_1 και Σ_3 ελεύθερα να κινηθούν ενώ το Σ_2 παραμένει στην αρχική του θέση. Να βρείτε τα μέτρα των ταχυτήτων τους όταν θα έχουν φτάσει σε πολύ μεγάλη (άπειρη) απόσταση. **Μονάδες 8**

Επαναφέρουμε τα φορτία στις αρχικές τους θέσεις. Ακίνητοποιούμε τα Σ_1 και Σ_3 στις θέσεις A και Γ και τα κρατάμε σταθερά σε αυτές και εκτοξεύουμε το Σ_2 με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v_0 = 20\sqrt{21} \text{ m/s}$ (σε διεύθυνση διαφορετική από την ευθεία στην οποία βρίσκονται τα τρία φορτία). **Μονάδες 7**

4.4. Ποια είναι η ταχύτητα με την οποία το Σ_2 φτάνει στο άπειρο; **Μονάδες 7**

Δίνεται $k_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$. Η επίδραση της βαρύτητας, οι τριβές και η αντίσταση του αέρα θεωρούνται αμελητέες.

23. Δύο σφαίρες A και B μικρών διαστάσεων βρίσκονται πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο κατασκευασμένο από κάποιο μονωτικό υλικό και έχουν μάζες $m_A = 1 \text{ g}$ και $m_B = 2 \text{ g}$ αντίστοιχα. Οι σφαίρες φέρουν ηλεκτρικά φορτία $Q_A = 0,1 \mu\text{C}$ και $Q_B = 0,2 \mu\text{C}$. Κρατάμε ακίνητες τις σφαίρες σε απόσταση $x = 2 \text{ cm}$ και κάποια στιγμή αφήνουμε ελεύθερη την A ενώ τη B συνεχίζουμε να την κρατάμε ακίνητη. **Μονάδες 5**

Να υπολογίσετε:

4.1. Το μέτρο της επιτάχυνσης της σφαίρας A , μόλις αυτή αφήνεται ελεύθερη. **Μονάδες 5**

4.2. Το μέτρο της ταχύτητας της σφαίρας A , όταν απέχει απόσταση $2x$ από την B . **Μονάδες 7**

Επαναφέρουμε τις σφαίρες στην αρχική τους θέση, δηλαδή σε απόσταση x και στη συνέχεια τις αφήνουμε ταυτόχρονα ελεύθερες και τις δύο. Τη χρονική στιγμή που αυτές απέχουν απόσταση $2x$ να υπολογίσετε: **Μονάδες 5**

4.3. Το μέτρο της επιτάχυνσης της κάθε σφαίρας. **Μονάδες 8**

4.4. Το μέτρο της ταχύτητας της κάθε σφαίρας. **Μονάδες 8**

Δίνεται $k_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$. Η αντίσταση του αέρα και οι βαρυτικές αλληλεπιδράσεις θεωρούνται αμελητέες.