

ΗΥ-112: Φυσική Ι
Χειμερινό Εξάμηνο 2021
Διδάσκων: Γ. Καφεντζής

Έκτη Σειρά Ασκήσεων

Ημερομηνία Ανάθεσης: 24/12/2021

Ημερομηνία Παράδοσης: ημέρα και ώρα εξέτασης μαθήματος

Σημείωση: Επιτρέπεται η χρήση υπολογιστή για τις πράξεις. Δείξτε όμως όλα τα βήματα της λύσης σας.

Κρατήστε 3 δεκαδικά ψηφία στις πράξεις σας.

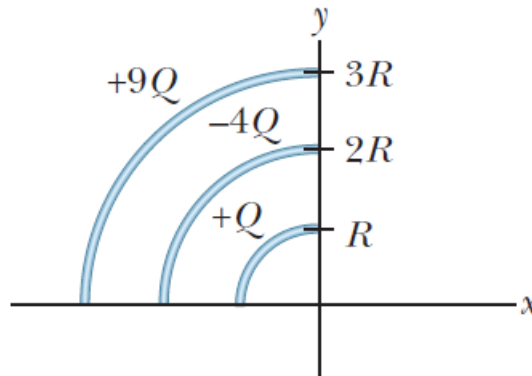
Κάποιες από τις δοσμένες απαντήσεις μπορεί να είναι προσεγγιστικές και να διαφέρουν από τις δικές σας.

Θεωρήστε - όπου χρειάζεται - $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg, και $k_e = 9 \times 10^9$ Nm²/C².

- Οι ασκήσεις 1-6 μπορούν να λυθούν με όσα γνωρίζετε ως τώρα.
- Οι ασκήσεις 7-9 απαιτούν την ύλη των δυο διαλέξεων μετά τις γιορτές.
- Δυο ασκήσεις, μια σε κάθε μια από τις παραπάνω ομάδες, είναι bonus.

Άσκηση 1 - bonus.

Στο Σχήμα 1, έχουμε τρία κυκλικά τόξα με το ίδιο κέντρο, που θεωρείται το κέντρο του συστήματος αξόνων μας. Κάθε τόξο έχει ομοιόμορφη κατανομή φορτίου λ , με $Q = 2.0$ μ C. Οι ακτίνες τους δίνονται στο σχήμα, με $R = 0.1$ m. Ποιό είναι το μέτρο και η κατεύθυνση (γωνία) της συνισταμένης του ηλεκτρικού πεδίου στη συμβολή των



Σχήμα 1: Σχήμα Άσκησης 1.

αξόνων λόγω των φορτισμένων τόξων; Δουλέψτε όπως στις διαλέξεις, τμηματοποιώντας τα τόξα σε τμήματα ds , φορτίου dq το καθένα, και υπολογίστε το ηλεκτρικό πεδίο για καθένα από αυτά, ολοκληρώνοντας στο τέλος για όλο το τόξο. Επαναλάβετε για κάθε τόξο.

$$\text{Απ.: } E = \frac{Q}{\sqrt{2}\pi^2\epsilon_0 R^2} = 1.62 \times 10^6 \text{ N/C}, \theta = -\pi/4$$

Άσκηση 2.

Ένα ηλεκτρόνιο μπαίνει με αρχική ταχύτητα 40 km/s σε μια περιοχή που δρα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, και η φορά της ταχύτητας είναι ίδια με τη φορά των δυναμικών γραμμών του ηλεκτρικού πεδίου, το οποίο έχει μέτρο $E = 50$ N/C.

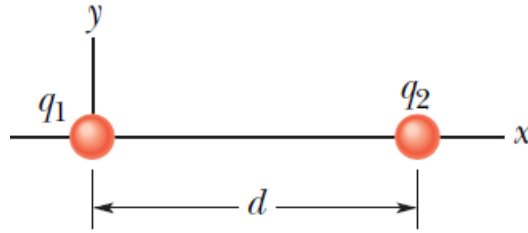
(α) Ποιά είναι ταχύτητα του ηλεκτρονίου 1.5 ns ($1.5 \times 10^{-9} \text{ s}$) μετά την είσοδό του στο πεδίο;

(β) Πόσο μακριά φτάνει το ηλεκτρόνιο σε αυτή τη διαδρομή του που διαρκεί 1.5 ns ;

Απ.: (α) $2.7 \times 10^4 \text{ m/s}$, (β) $5.0 \times 10^{-5} \text{ m}$

Άσκηση 3.

Στο Σχήμα 2, δυο σωματίδια με φορτία $q_1 = 5e$ και $q_2 = -15e$ βρίσκονται “δεμένα” στις θέσεις τους με απόσταση $d = 0.24 \text{ m}$ μεταξύ τους. Υποθέτοντας ότι το ηλεκτρικό δυναμικό στο άπειρο είναι μηδέν, βρείτε τις



Σχήμα 2: Σχήμα Άσκησης 3.

(α) θετικές

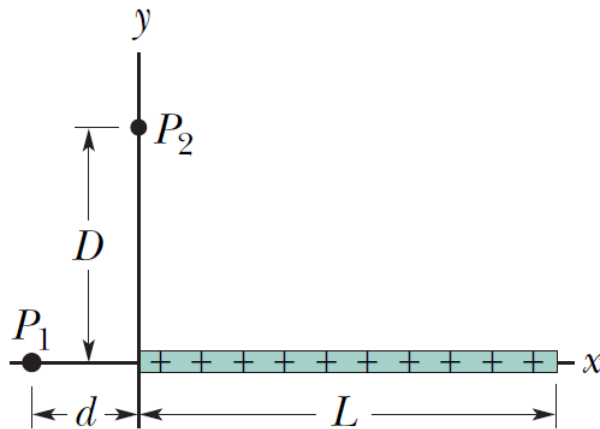
(β) και αρνητικές

τιμές του x στις οποίες το συνολικό ηλεκτρικό δυναμικό ισούται με μηδέν.

Απ.: (α) 0.06 m , (β) -0.12 m

Άσκηση 4.

Στο Σχήμα 3 βλέπετε μια λεπτή πλαστική ράβδο μήκους L και ομοιόμορφης κατανομής φορτίου λ , με φορτίο Q , να βρίσκεται πάνω σε νοητό άξονα $x'x$. Με το δυναμικό $V = 0$ να βρίσκεται στο άπειρο, βρείτε:



Σχήμα 3: Σχήμα Άσκησης 4.

(α) το ηλεκτρικό δυναμικό στο σημείο P_1 , σε οριζόντια απόσταση d από το αριστερό άκρο της ράβδου

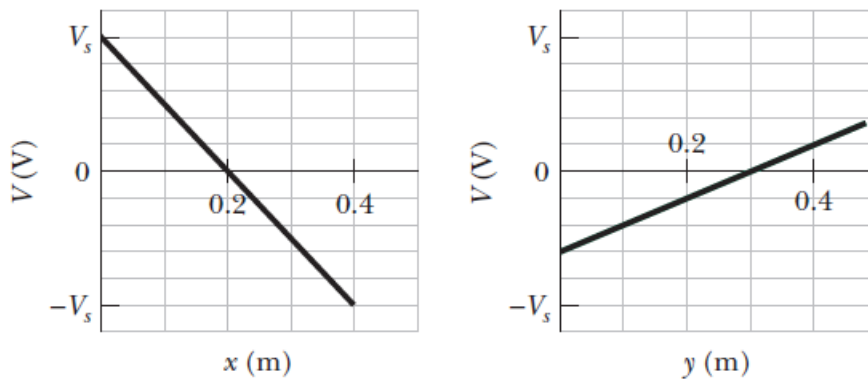
(β) το ηλεκτρικό δυναμικό στο σημείο P_2 , σε κάθετη απόσταση $y = D$ από το αριστερό άκρο της ράβδου, αν η κατανομή φορτίου δεν είναι ομοιόμορφη αλλά της μορφής $\lambda(x) = cx$, με c σταθερά. Δίνεται ότι

$$\int_a^b \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}} dx = \sqrt{x^2 + y^2} \Big|_{x=a}^{x=b} \quad (1)$$

Απ: (α) $V_{P_1} = k_e \frac{Q}{L} \ln \left(1 + \frac{L}{d} \right)$, (β) $V_{P_2} = k_e c (\sqrt{L^2 + y^2} - y)$

Άσκηση 5.

Στο Σχήμα 4 βλέπετε το ηλεκτρικό δυναμικό συναρτήσει του x και του y για ένα επίπεδο xy . Ένα ηλεκτρόνιο τοποθετείται σε αυτό το επίπεδο. Για τη βαθμονόμηση του άξονα $y'y$ ισχύει $V_s = 500$ V.



Σχήμα 4: Σχήμα Άσκησης 5.

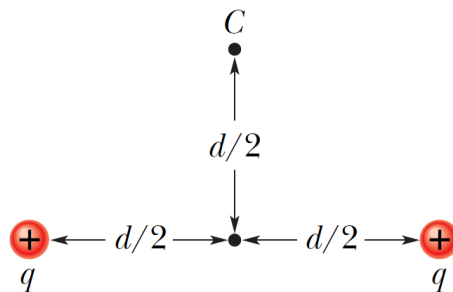
(α) τη x - και την y - συνιστώσα του ηλεκτρικού πεδίου στο επίπεδο xy

(β) τη διανυσματική μορφή της ηλεκτρικής δύναμης \vec{F}_e που ασκείται στο ηλεκτρόνιο

Απ.: (α) $E_x = 2500$ N/C, $E_y = -1000$ N/C, (β) $\vec{F}_e = -4 \times 10^{-16} \vec{i} + 1.6 \times 10^{-16} \vec{j}$ N

Άσκηση 6.

Στο Σχήμα 5 βλέπετε δυο φορτία $q = 2.0 \times 10^{-6}$ C δεμένα σε απόσταση $d = 0.02$ m μεταξύ τους.



Σχήμα 5: Σχήμα Άσκησης 6.

(α) Με $V = 0$ στο άπειρο, ποιά είναι το ηλεκτρικό δυναμικό στο σημείο C ;

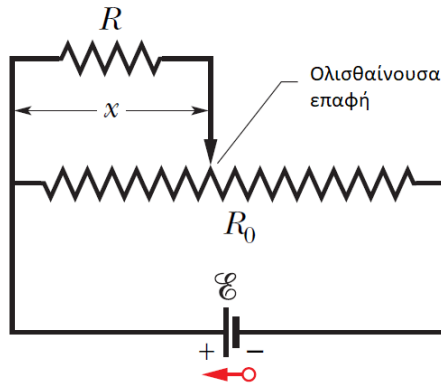
(β) Φέρνετε ένα τρίτο φορτίο $q = 2.0 \times 10^{-6}$ C από το άπειρο στο σημείο C . Πόσο έργο πρέπει να παράξετε;

(γ) Ποιά είναι η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια U_e του συστήματος των τριών φορτίων όταν το τρίτο φορτίο βρίσκεται στο σημείο C ;

Απ.: (α) 2.5×10^6 V, (β) $W = 5.1$ J, (γ) $U_e = 6.9$ J

Άσκηση 7 - bonus.

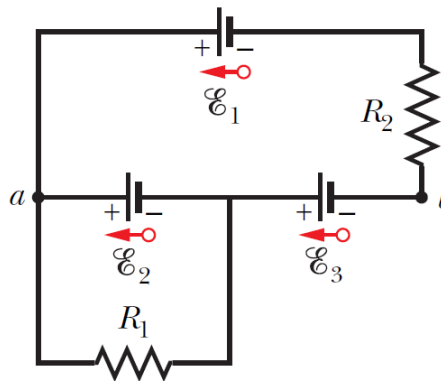
Στο Σχήμα 6 βλέπετε μια μπαταρία συνδεδεμένη με έναν ομοιόμορφο αντιστάτη αντίστασης R_0 . Μια ολισθαίνουσα επαφή μπορεί να κινηθεί κατά μήκος του αντιστάτη από $x = 0$ στα αριστερά ως $x = L = 0.1$ m τα δεξιά, δημιουργώντας αντίσταση $R_0 \frac{x}{L}$. Μετακινώντας την επαφή καθορίζουμε πόση αντίσταση περιλαμβάνεται στο αριστερό και πόση στο δεξί τμήμα του αντιστάτη. Βρείτε το ρυθμό με τον οποίο η ενέργεια παραδίδεται στον αντιστάτη R συναρτήσει του x αν $\varepsilon = 50$ V, $R = 2000$ Ω , $R_0 = 100$ Ω .



Σχήμα 6: Σχήμα Άσκησης 7.

Άσκηση 8.

Στο Σχήμα 7 έχουμε $R_1 = 100$ Ω , $R_2 = 50$ Ω , και οι ιδανικές μπαταρίες έχουν ΗΕΔ $\varepsilon_1 = 6$ V, $\varepsilon_2 = 5$ V, και $\varepsilon_3 = 4$ V. Βρείτε



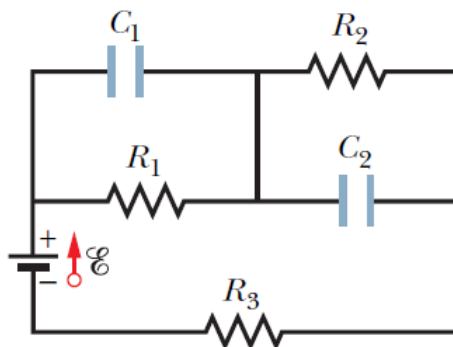
Σχήμα 7: Σχήμα Άσκησης 8.

- (α) το ρεύμα στον αντιστάτη R_1
- (β) το ρεύμα στον αντιστάτη R_2
- (γ) τη διαφορά δυναμικού ανάμεσα στα σημεία a και b

Απ.: (α) 0.05 A, (β) $I_2 = -0.06$ A, (γ) $\Delta V_{ba} = 9.0$ V

Άσκηση 9.

Στο Σχήμα 8 οι αντιστάτες είναι $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 10 \Omega$, $R_3 = 15 \Omega$, και $C_1 = 5 \times 10^{-6}$ F και $C_2 = 10^{-6}$ F, ενώ η μπαταρία είναι ιδανική με ΗΕΔ $\varepsilon = 20$ V. Υποθέτοντας ότι έχει περάσει πολλή ώρα από την πρώτη λειτουργία



Σχήμα 8: Σχήμα Άσκησης 9.

του κυκλώματος, ποιά είναι η συνολική ενέργεια αποθηκευμένη στους δυο πυκνωτές;

Απ.: $U = U_1 + U_2 = 5 \times 10^{-5}$ J