

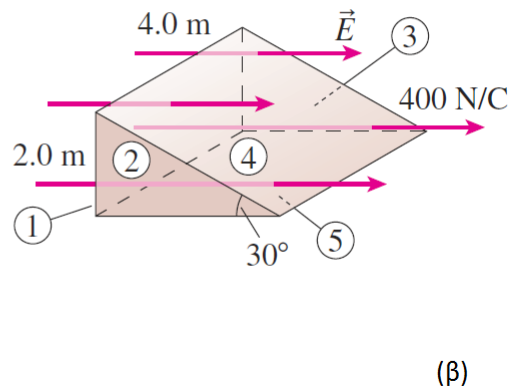
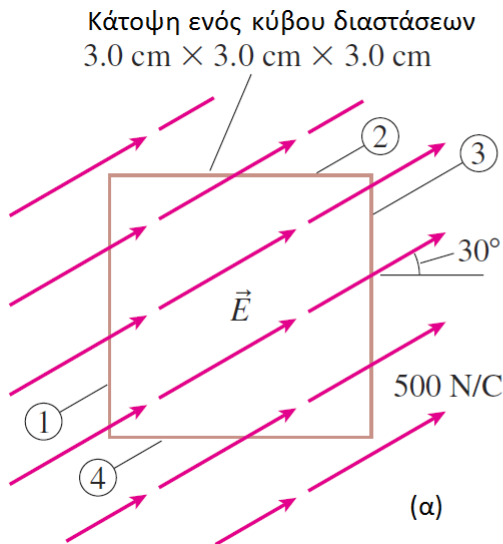
Ημερομηνία Ανάθεσης: 6/12/2016

Ημερομηνία Παράδοσης: 16/12/2016

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

Άσκηση 1.

(α) Το Σχήμα 1(α) δείχνει μια κάτοψη ενός κύβου διαστάσεων $3 \times 3 \times 3$ εκατοστών. Βρείτε την ηλεκτρική ροή Φ_i , $i = 1, 2, 3, 4$ των επιφανειών 1 ως 4. Πόση είναι η συνολική ηλεκτρική ροή διαμέσου του κύβου;



Σχήμα 1: Σχήμα Άσκησης 1.

(β) Βρείτε την ηλεκτρική ροή Φ_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ των επιφανειών 1 ως 5 του Σχήματος 1(β). Πόση είναι η συνολική ηλεκτρική ροή διαμέσου του στερεού;

Άσκηση 2.

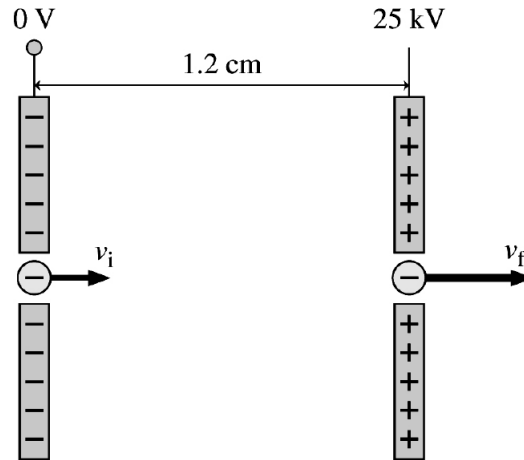
Η Γη διαθέτει ένα κάθετο ηλεκτρικό πεδίο στην επιφάνειά της (με φορά προς το εσωτερικό της), που έχει μέτρο - κατά μέσο όρο - $E = 100 \text{ N/C}$. Το πεδίο αυτό διατηρείται από διάφορες ατμοσφαιρικές διεργασίες, συμπεριλαμβανομένων και των κεραυνών. Ποιό είναι το φορτίο στην επιφάνεια της Γης; Θεωρήστε τη Γη ως απόλυτα σφαιρική με ακτίνα $r = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$ και χρησιμοποιήστε το νόμο του Gauss με $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$.

Άσκηση 3.

Δυο σημειακά φορτία βρίσκονται σε απόσταση 2.0 cm μεταξύ τους και έχουν ηλεκτρική δυναμική ενέργεια ίση με $-180 \times 10^{-6} \text{ J}$. Το άθροισμα των φορτίων τους είναι $30 \times 10^{-9} \text{ C}$. Βρείτε το φορτίο του καθενός.

Άσκηση 4.

Στις παλαιές τηλεοράσεις καθοδικού σωλήνα (CRT οθόνες - υπήρχαν πριν τις LCD, τις LED, και τις Plasma), ένα “τισιόλι” ηλεκτρονίων που αποτελούνταν από δυο παράλληλες πλάκες σε απόσταση 0.012 m μεταξύ τους, οι οποίες είχαν διαφορά δυναμικού 25 kV, αναλάμβανε να επιταχύνει ηλεκτρόνια που εισέρχονταν εντός του. Τα ηλεκτρόνια εισέρχονταν από μια μικρή τρύπα στην αρνητική πλάκα, επιτάχυναν, και έβγαιναν από μια μικρή τρύπα στη θετική πλάκα, όπως στο Σχήμα 2. Υποθέστε ότι οι τρύπες είναι αρκετά μικρές ώστε να μην επηρεάζουν το πεδίο ή το δυναμικό. Υποθέστε επίσης ότι το πεδίο εντός των πλακών είναι ομογενές.

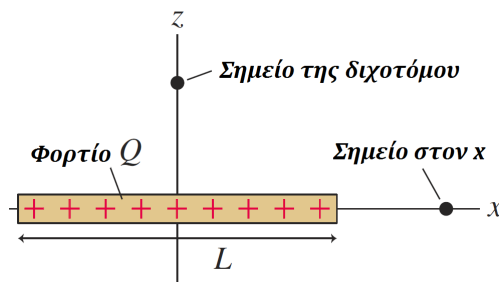


Σχήμα 2: Σχήμα Άσκησης 4.

- (α) Ποιά είναι η τιμή του μέτρου του ηλεκτρικού πεδίου ανάμεσα στις πλάκες;
- (β) Με ποιά ταχύτητα εξέρχεται το ηλεκτρόνιο από τη θετική πλάκα, αν η αρχική του ταχύτητα (στην αρνητική πλάκα) ήταν μηδενική;
- (γ) Σε τι ποσοστό της ταχύτητας του φωτός αντιστοιχεί η ταχύτητα που βρήκατε παραπάνω; Θεωρείτε ότι η απάντηση που δώσατε στο παραπάνω ερώτημα είναι ακριβής ή πρέπει να λάβει κανείς υπόψη του τη θεωρία της σχετικότητας για να πάρει μια ακριβέστερη τιμή;¹

Άσκηση 5.

Το Σχήμα 3 δείχνει μια λεπτή ράβδο μήκους L και φορτίου Q . Η ράβδος έχει γραμμική πυκνότητα φορτίου λ . Βρείτε



Σχήμα 3: Σχήμα Άσκησης 5.

- (α) μια έκφραση για το ηλεκτρικό δυναμικό σε απόσταση x από το κέντρο της ράβδου, κατά μήκος του οριζόντιου άξονα.

¹Φυσικά δε σας ζητείται να εφαρμόσετε τη θεωρία της σχετικότητας :-)

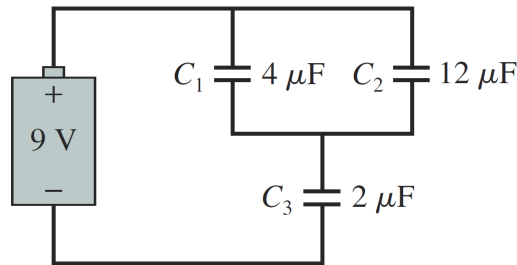
(β) μια έκφραση για το ηλεκτρικό δυναμικό σε απόσταση z κατά μήκος του κάθετου άξονα από το κέντρο της ράβδου - ο κάθετος άξονας διχοτομεί τη ράβδο.

Άσκηση 6

Το “φλας” μιας φωτογραφικής μηχανής χρησιμοποιεί μια μπαταρία 3 V για να φορτίσει έναν πυκνωτή. Ο πυκνωτής αποφορτίζεται μέσω του λαμπτήρα που παράγει το φλας. Η εκφόρτιση γίνεται σε 10×10^{-6} s και η μέση ισχύς που παραδίδεται στο λαμπτήρα είναι 10 W. Ποιά είναι η χωρητικότητα C του πυκνωτή;

Άσκηση 7.

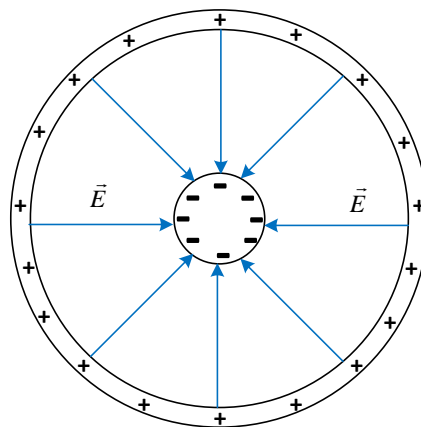
Στο Σχήμα 4, βρείτε τα φορτία που βρίσκονται αποθηκευμένα σε κάθε πυκνωτή, καθώς και τη διαφορά δυναμικού που υπάρχει στα άκρα καθενός.



Σχήμα 4: Σχήμα Άσκησης 7.

Άσκηση 8.

Όπως ίσως ακούσατε στην περίπτωση του πυρηνικού ατυχήματος της Fukushima², για τη μέτρηση της ραδιενέργειας χρησιμοποιείται μια συσκευή γνωστή ως *μετρητής Geiger*, ο οποίος αποτελείται από έναν κυλινδρικό μεταλλικό σωλήνα διαμέτρου $D_1 = 0.025$ m και φορτίου $+Q$, σφραγισμένο στα άκρα του, και ένα καλώδιο διαμέτρου $D_2 = 0.001$ m εντός του σωλήνα, κατά μήκος του άξονά του, φορτίου $-Q$. Κάτοψη του μετρητή Geiger βλέπετε στο Σχήμα 5. Ο κύλινδρος και το καλώδιο έχουν την ίδια γραμμική πυκνότητα



Σχήμα 5: Σχήμα Άσκησης 8.

φορτίου λ και διαχωρίζονται από ένα αέριο χαμηλής πίεσης.

(α) Χρησιμοποιώντας αποτελέσματα από τις διαλέξεις, βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο E μεταξύ του κυλίνδρου και του καλωδίου, σε ένα σημείο απόστασης r από το κέντρο της διάταξης.

²https://en.wikipedia.org/wiki/Fukushima_Daiichi_nuclear_disaster

- (β) Βρείτε τη διαφορά δυναμικού ΔV ανάμεσα στο καλώδιο και στον κύλινδρο. Χρησιμοποιήστε τον ορισμό της διαφοράς δυναμικού

$$\Delta V = - \int \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (1)$$

και το αποτέλεσμα του προηγούμενου ερωτήματος. Αξιοποιήστε τη συμμετρία του σχήματος για να απλοποιήσετε το ολοκλήρωμα.

- (γ) Δείξτε ότι το μέτρο του ηλεκτρικού πεδίου σε απόσταση r εντός του κυλίνδρου δίνεται ως

$$E = \frac{\Delta V}{r \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} \quad (2)$$

με R_1, R_2 τις ακτίνες του κυλίνδρου και του καλωδίου.

- (δ) Αν το αέριο μεταξύ του κυλίνδρου και του καλωδίου μπορεί να “αντέξει” μέτρο πεδίου ως $E_{max} = 1.0 \times 10^6$ V/m στην επιφάνεια του καλωδίου, τότε πόση είναι η μέγιστη διαφορά δυναμικού ΔV_{max} μεταξύ του καλωδίου και του σωλήνα;