

1. Το εξωτερικό φλας μιας φωτογραφικής μηχανής χρησιμοποιεί έναν επίπεδο πυκνωτή για να αποθηκεύσει την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για να φωτίσει το χώρο. Η χρονική διάρκεια λειτουργίας του φλας είναι περίπου  $1/500$  s και η μέση ισχύς του φωτός που αποδίδεται στο περιβάλλον είναι  $0,25$  MW.
- Δ1)** Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που είχε αποθηκεύσει ο πυκνωτής και που απελευθερώθηκε μέσω του φλας, αν γνωρίζουμε ότι η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε φωτεινή είναι πλήρης.
- Μονάδες 6*
- Δ2)** Αν ο πυκνωτής που παρέχει ενέργεια στο παραπάνω φλας τροφοδοτείται από μια πηγή με τάση  $200$  V, ποια είναι η χωρητικότητα του πυκνωτή;
- Μονάδες 6*
- Δ3)** Αν θελήσουμε να τετραπλασιάσουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή, χωρίς όμως να μεταβληθεί η ποσότητα του φορτίου που αποθηκεύει ο πυκνωτής, ποια πρέπει να είναι η τιμή της τάσης που θα χρησιμοποιούμε για να τον φορτίσουμε;
- Μονάδες 6*
- Δ4)** Να υπολογιστεί η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια που αποθηκεύεται από τον πυκνωτή όταν τετραπλασιάσουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του, διατηρώντας το φορτίο του σταθερό.
- Μονάδες 7*

2. Σε έναν επίπεδο πυκνωτή οι οπλισμοί του είναι τετράγωνοι με πλευρά  $10$ cm και απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $8,85$  mm.
- Δ1)** Να υπολογίσετε τη χωρητικότητα του πυκνωτή.
- Μονάδες 5*
- Δ2)** Συνδέουμε τον πυκνωτή με πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης  $100$  V προκειμένου να τον φορτίσουμε. Να υπολογίσετε τη δυναμική ενέργεια που έχει αποθηκευτεί στον πυκνωτή μετά την πλήρη φόρτισή του.
- Μονάδες 5*
- Διατηρώντας τον πυκνωτή συνδεδεμένο με την πηγή, διπλασιάζουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του.
- Δ3)** Υπολογίστε το επί τοις εκατό ποσοστό μεταβολής της χωρητικότητας και του φορτίου του πυκνωτή, εξαιτίας της απομάκρυνσης των οπλισμών του.
- Μονάδες 7*
- Δ4)** Στη συνέχεια αποσυνδέουμε τον πυκνωτή από την πηγή και τον συνδέουμε με έναν αντιστάτη. Πόσο θα έχει αυξηθεί η θερμική ενέργεια στον αντιστάτη όταν ο πυκνωτής έχει εκφορτιστεί πλήρως; Αν η εκφόρτιση του πυκνωτή είχε διάρκεια  $10^{-4}$  s ποιος είναι ο μέσος ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια στον αντιστάτη;
- Μονάδες 8*
- Δίνεται η σταθερά  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$ .

3. Στο φλας των φωτογραφικών μηχανών, ένα πυκνωτής μεγάλης χωρητικότητας και ειδικής κατασκευής φορτίζεται από μπαταρίες και την κατάλληλη στιγμή μεταβιβάζει την αποθηκευμένη ηλεκτρική ενέργεια σε μια λυχνία Xenon, η οποία φωτοβολεί έντονα. Στο φλας μιας τέτοιας φωτογραφικής μηχανής, ο πυκνωτής έχει χωρητικότητα  $C = 1100 \mu\text{F}$  και φορτίζεται από τάση  $V = 6 \text{ V}$ .

**Δ1)** Να υπολογιστεί το φορτίο  $Q$  και η ενέργεια  $U$  που αποθηκεύεται στον πυκνωτή, όταν αυτός φορτιστεί σε τάση  $V$ .

*Μονάδες 6*

**Δ2)** Αν η διάρκεια της λάμψης τους φλας είναι  $\Delta t = 10^{-3} \text{ s}$ , να υπολογιστεί η μέση τιμή του ρυθμού με τον οποίο η ηλεκτρική ενέργεια του πυκνωτή μεταβιβάζεται στη λυχνία.

*Μονάδες 6*

**Δ3)** Στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών του Λυκείου, τέθηκε το εξής ερώτημα: «Ποιο πρέπει να είναι το εμβαδόν  $A$ , της κάθε μεταλλικής πλάκας ενός επίπεδου πυκνωτή  $\Pi$ , ώστε αυτός να έχει χωρητικότητα  $C = 1100 \mu\text{F}$ , αν η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή είναι  $d = 3,54 \text{ mm}$ ;».

*Μονάδες 6*

**Δ4)** Εάν ο πυκνωτής της φωτογραφικής μηχανής ήταν ένας συνηθισμένος επίπεδος πυκνωτής, φορτιζόταν σε τάση  $V = 6 \text{ V}$  και στη συνέχεια η πηγή φόρτισης απομακρυνόταν, να υπολογίσετε το έργο που θα χρειαζόταν για το διπλασιασμό της απόστασης μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή.

*Μονάδες 7*

Δίνεται η σταθερά  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$  και ότι  $3,54 / 8,85 = 0,4$ .

4. Επίπεδος πυκνωτής έχει οπλισμούς εμβαδού  $A = 2 \text{ cm}^2$  που απέχουν  $d = 1,77 \text{ mm}$ . Μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή υπάρχει αέρας. Ο πυκνωτής φορτίζεται από πηγή τάσης  $V = 10 \text{ V}$  και στη συνέχεια αποσυνδέεται από την πηγή και διπλασιάζουμε την απόσταση των οπλισμών του. Να υπολογίσετε:

**Δ1)** Τη χωρητικότητα του πυκνωτή πριν και μετά την απομάκρυνση των οπλισμών του.

*Μονάδες 5*

**Δ2)** Την τάση στα άκρα του πυκνωτή μετά την απομάκρυνση των οπλισμών του.

*Μονάδες 7*

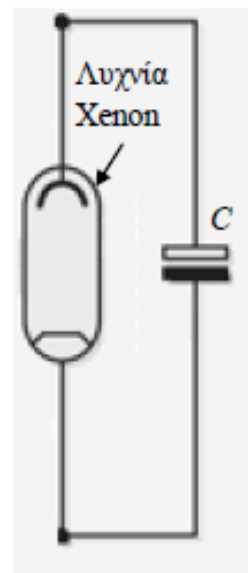
**Δ3)** Τη δυναμική ενέργεια του πυκνωτή πριν και μετά την απομάκρυνση των οπλισμών του.

*Μονάδες 6*

**Δ4)** Πόσο μεταβλήθηκε η δυναμική ενέργεια που αποθηκεύεται στον πυκνωτή μετά την απομάκρυνση των οπλισμών του;

*Μονάδες 7*

Δίνεται  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$ .



5. Σε έναν επίπεδο πυκνωτή οι οπλισμοί του έχουν εμβαδό  $A = 2 \text{ cm}^2$  ενώ η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του είναι  $d = 1,77 \text{ mm}$ . Μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή υπάρχει αέρας. Ο πυκνωτής φορτίζεται από πηγή τάσης  $V_1 = 10 \text{ V}$  και ενώ ο πυκνωτής παραμένει συνδεδεμένος με την πηγή, διπλασιάζουμε την απόσταση των οπλισμών του. Να υπολογίσετε:

**Δ1)** Τη χωρητικότητα του πυκνωτή πριν και μετά την απομάκρυνση των οπλισμών του.

*Μονάδες 6*

**Δ2)** Το φορτίο του πυκνωτή πριν και μετά την απομάκρυνση των οπλισμών του.

*Μονάδες 7*

**Δ3)** Την ενέργεια του πυκνωτή πριν και μετά την απομάκρυνση των οπλισμών του.

*Μονάδες 6*

Αφού απομακρύνουμε τους οπλισμούς του πυκνωτή, εκτοξεύουμε από το θετικό οπλισμό του πυκνωτή πρωτόνιο με ηλεκτρικό φορτίο  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  και κινητική ενέργεια  $K_0 = 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ J}$  στην κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του πεδίου.

**Δ4)** Να βρεθεί η κινητική ενέργεια του πρωτονίου όταν φτάνει στον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή. Κατά την κίνηση του πρωτονίου αγνοούμε την αντίσταση του αέρα.

*Μονάδες 6*

Δίνεται  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{Nm}^2)$ .

6. Σε έναν επίπεδο πυκνωτή οι μεταλλικές πλάκες έχουν εμβαδό  $0,2 \text{ m}^2$ , και απέχουν απόσταση  $8,85 \text{ mm}$  ενώ μεταξύ των οπλισμών του μεσολαβεί αέρας.

**Δ1)** Υπολογίστε τη χωρητικότητα του πυκνωτή.

*Μονάδες 5*

**Δ2)** Συνδέουμε τον πυκνωτή με μια πηγή με ηλεκτρεγερτικής δύναμη  $100 \text{ V}$  και περιμένουμε ικανό χρονικό διάστημα ώστε ο πυκνωτής να φορτιστεί πλήρως. Πόση είναι η ενέργεια που έχει αποθηκευτεί στον πυκνωτή;

*Μονάδες 5*

**Δ3)** Απομακρύνουμε τον πυκνωτή από την πηγή και διπλασιάζουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του. Υπολογίστε την μεταβολή της χωρητικότητας, του φορτίου του και της διαφοράς δυναμικού πριν και μετά την απομάκρυνση των οπλισμών του πυκνωτή.

*Μονάδες 7*

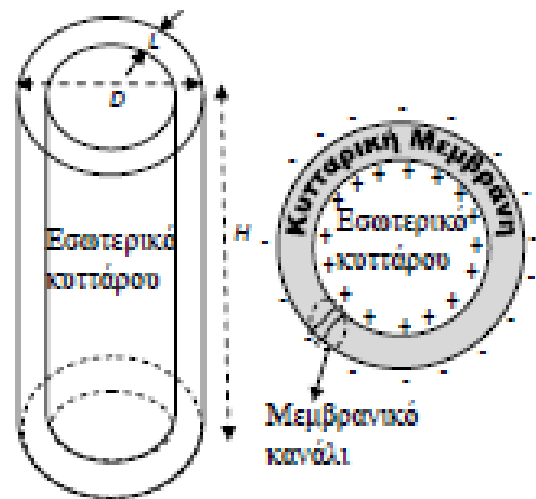
**Δ4)** Συνδέουμε τον πυκνωτή με έναν αντιστάτη. Πόσο θα έχει αυξηθεί η θερμική ενέργεια στον αντιστάτη όταν ο πυκνωτής έχει εκφορτιστεί πλήρως; Αν η εκφόρτιση του πυκνωτή είχε διάρκεια  $0,01 \text{ s}$  ποιος είναι ο μέσος ρυθμός με τον οποίο η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια στον αντιστάτη;

*Μονάδες 8*

Δίνεται η σταθερά  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$ .

7.

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένα απλοποιημένο μοντέλο κυττάρου στο οποίο θεωρούμε ότι το σχήμα είναι κυλινδρικό, με ύψος  $H = 100 \mu\text{m}$  και διάμετρο  $D = 2 \mu\text{m}$ . Το κύτταρο χωρίζεται από το περιβάλλον του μέσω της κυτταρικής μεμβράνης που έχει πάχος  $L = 2 \cdot \pi \text{ nm}$ . Το εσωτερικό και το εξωτερικό αυτής της κυτταρικής μεμβράνης φέρει αντιστοίχως θετικό και αρνητικό φορτίο όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Έχει διαπιστωθεί ότι αυτή η μεμβράνη έχει παρόμοια συμπεριφορά με αυτή ενός πυκνωτή.



**Δ1)** Φανταστείτε ότι κάνοντας μια τομή κατά μήκος του ύψους του κυλίνδρου, ανοίγουμε το κύτταρο, κάνοντάς το επίπεδο. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε ένα επίπεδο πυκνωτή η χωρητικότητα του οποίου θεωρούμε ότι ταυτίζεται με τη χωρητικότητα της κυτταρικής μεμβράνης. Υπολογίστε αυτή τη χωρητικότητα.

*Μονάδες 6*

**Δ2)** Ας θεωρήσουμε ότι κάποια στιγμή μετράται η διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο πλευρών της κυτταρικής μεμβράνης και είναι ίση με  $100 \text{ mV}$ . Πόσο φορτίο είναι αποθηκευμένο εκείνη τη στιγμή στην κυτταρική μεμβράνη;

*Μονάδες 5*

**Δ3)** Υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που εμφανίζεται στο εσωτερικό της κυτταρικής μεμβράνης υπό αυτές τις συνθήκες.

*Μονάδες 6*

**Δ4)** Η κυτταρική μεμβράνη διασχιζεται από τα ονομαζόμενα μεμβρανικά κανάλια, εντός των οποίων γίνεται η μεταφορά ιόντων αντίθετα από το πεδίο που επικρατεί. Υπολογίστε την ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά ενός ιόντος  $\text{Na}^+$  (φορτίο  $+e$ ) κατά μήκος της μεμβράνης από την εξωτερική στην εσωτερική πλευρά της. Πόση ενέργεια θα ξοδέψει το κύτταρο κατά τη μεταφορά  $1 \mu\text{mol}$  τέτοιων ιόντων;

*Μονάδες 8*

Δίνεται η σταθερά  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$ , το στοιχειώδες φορτίο του ηλεκτρονίου  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  και ο αριθμός Avogadro  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  ιόντα/mol.

8. Δύο φορτισμένα σωμάτια με ετερόνυμα φορτία για τα οποία ισχύει  $|q_1| = |q_2| = q$  βρίσκονται στο κενό και απέχουν απόσταση  $d = 10 \text{ cm}$ . Η απόσταση των οπλισμών ενός επίπεδου πυκνωτή, ο οποίος δεν είναι συνδεδεμένος με πηγή είναι  $d = 10 \text{ cm}$  και το φορτίο του επίσης  $q$ . Η ενέργεια του πυκνωτή είναι κατ' απόλυτη τιμή ίση με την ενέργεια του συστήματος των δύο φορτίων.

Δ1) Να βρεθεί η χωρητικότητα του πυκνωτή.

*Μονάδες 6*

Δ2) Να βρεθεί το εμβαδόν των οπλισμών του.

*Μονάδες 6*

Δ3) Αν  $q = 20/9 \text{ } \mu\text{C}$ , να βρεθεί η ένταση του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή.

*Μονάδες 6*

Δ4) Αν απομακρυνθούν οι οπλισμοί του πυκνωτή σε διπλάσια απόσταση να βρεθεί η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας που αποθηκεύεται στον πυκνωτή.

*Μονάδες 7*

Δίνεται  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$  και  $K_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ .