

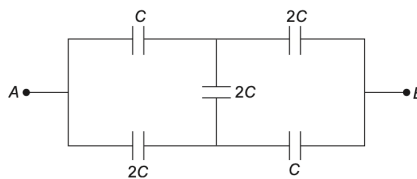
## ΦΥΣ. 112

### 4<sup>ο</sup> ΣΕΤ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

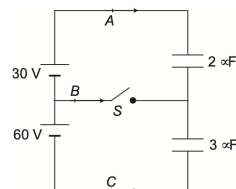
Επιστροφή: Παρασκευή 11.10.2024

1. Θεωρήσετε δύο σφαιρικούς αγωγούς χωρητικότητας  $C_1$  και  $C_2$  που είναι φορτισμένοι με φορτία  $q_1$  και  $q_2$  αντίστοιχα και ακτίνες  $R_1$  και  $R_2$ . Οι δύο αγωγοί συνδέονται μεταξύ τους με αγωγίμο σύρμα και μετά από λίγο επέρχεται ηλεκτροστατική ισορροπία. Βρείτε (α) το φορτίο των δύο αγωγών και (β) την ενέργεια του συστήματος στην τελική κατάσταση ηλεκτροστατικής ισορροπίας. Υπάρχουν απώλειες κατά την ανακατανομή των φορτίων;
2. Μία αγώγιμη σφαίρα  $S_1$  ακτίνας  $r$  είναι προσαρτημένη σε μια μονωμένη ράβδο. Μια άλλη αγώγιμη σφαίρα  $S_2$  ακτίνας  $R$  είναι προσαρτημένη σε ένα μονωμένο κατακόρυφο στήριγμα. Η  $S_2$  είναι αρχικά αφόρτιστη. Δίνουμε φορτίο  $Q$  στη σφαίρα  $S_1$  και φέρνεται σε επαφή με την  $S_2$  και κατόπιν απομακρύνεται. Η σφαίρα  $S_1$  επαναφορτίζεται ώστε το φορτίο της να γίνει και πάλι  $Q$  και φέρνεται ξανά σε επαφή με την  $S_2$  και κατόπιν απομακρύνεται. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται  $N$  φορές. (α) Βρείτε την ηλεκτροστατική ενέργεια στη σφαίρα  $S_2$  μετά από  $N$  τέτοιες επαφές με τη σφαίρα  $S_1$ . (β) Ποια είναι η οριακή τιμή για την ενέργεια αυτή αν το  $N$  προσεγγίζει το άπειρο ( $N \rightarrow \infty$ );

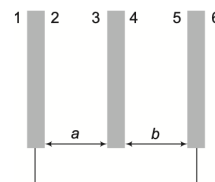
3. Βρείτε την ισοδύναμη χωρητικότητα μεταξύ των σημείων A και B για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος. Θεωρήστε ότι οι χωρητικότητες των επιμέρους πυκνωτών είναι όπως φαίνονται στο σχήμα.



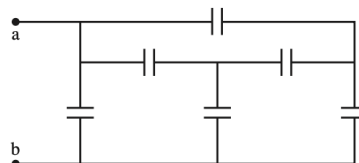
4. Βρείτε το φορτίο που θα κινηθεί διαμέσω των σημείων A, B και C στις διευθύνσεις που αναγράφονται όταν κλείσει ο διακόπτης  $S$  στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος.



5. Τρεις πανομοιότυπες μεταλλικές πλάκες κρατούνται σε απόσταση  $a$  και  $b$  μεταξύ τους όπως φαίνεται στο σχήμα. Οι εξωτερικές πλάκες συνδέονται μεταξύ τους με ένα αγωγίμο σύρμα και ένα φορτίο  $Q$  τοποθετείται στη μεσαία πλάκα. Να βρείτε την τελική κατανομή φορτίου σε όλες τις επιφάνειες του συστήματος.



6. Κάθε πυκνωτής στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος έχει χωρητικότητα  $C$ . Πια είναι η χωρητικότητα μεταξύ των σημείων A και B του κυκλώματος του παρακάτω σχήματος;



7. Θεωρήστε δύο επίπεδους πυκνωτές με χωρητικότητα  $C_1$  και  $C_2$ . Οι δύο πυκνωτές είναι συνδεδεμένοι παράλληλα μεταξύ τους. Οι δύο πυκνωτές είναι πανομοιότυποι εκτός από το γεγονός ότι ο  $C_2$  έχει διηλεκτρικό ανάμεσα στις πλάκες του. Μια μπαταρία 200V συνδέεται στα άκρα του συστήματος των δύο πυκνωτών έως ότου επέλθει ηλεκτροστατική ισορροπία και κατόπιν αποσυνδέεται. (α) Βρείτε το φορτίο σε κάθε πυκνωτή. (β) Ποια η ενέργεια που αποθηκεύτηκε στους δύο πυκνωτές; (γ) Θεωρήστε ότι το διηλεκτρικό υλικό αφαιρείται από τον  $C_2$ . Ποια η τελική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στους δύο πυκνωτές; (δ) Ποια η διαφορά δυναμικού στα άκρα των δύο πυκνωτών;

8. Ένας πυκνωτής είναι κατασκευασμένος από δύο ομόκεντρους αγωγίμους λεπτούς κυλινδρικούς φλοιούς ακτίνας  $a$  και  $b$  ( $b > a$ ), και μήκους  $L \gg b$ . Φορτίο  $+Q$  εισάγεται στον εσωτερικό φλοιό και φορτίο  $-Q$  στον εξωτερικό φλοιό. Η περιοχή ανάμεσα στους δύο κυλινδρικούς φλοιούς είναι γεμάτη με διηλεκτρικό υλικό διηλεκτρικής σταθεράς  $\kappa$ . (α) Βρείτε την διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο κυλινδρικών φλοιών. (β) Βρείτε την πυκνότητα των ελεύθερων φορτίων  $\sigma_{ελ}$  στον εσωτερικό και εξωτερικό φλοιό. (γ) Βρείτε την δέσμια πυκνότητα φορτίου,  $\sigma_b$ , στον εσωτερικό και εξωτερικό φλοιό. (δ) Βρείτε την ολική αποθηκευμένη ενέργεια. (ε) Αν το διηλεκτρικό υλικό μπορεί να μετακινηθεί χωρίς τριβή, πόσο μηχανικό έργο απαιτείται ώστε να αφαιρεθεί όλο το κυλινδρικό διηλεκτρικό υλικό;
9. (α) Συγκρίνετε την χωρητικότητα ενός πυκνωτή αποτελούμενος από 2 ομόκεντρες σφαίρες ακτίνας  $R_1 = 6\text{cm}$  και  $R_2 = 9\text{cm}$  με αυτή ενός κυλινδρικού πυκνωτή που αποτελείται από δύο ομοαξονικούς κυλίνδρους ίδιας ακτίνας όπως και ο σφαιρικός πυκνωτής και έχουν μήκος  $15\text{cm}$ . Γιατί οι χωρητικότητες είναι σχεδόν παρόμοιες;
- (β) Δείξτε ότι όταν  $R_1$  και  $R_2$  είναι σχεδόν ίσες ( $R_2 = R_1 + \delta, \delta \ll R_1$ ) οι εξισώσεις που δίνουν τη χωρητικότητα για έναν σφαιρικό και έναν κυλινδρικό πυκνωτή μπορούν να προσεγγιστούν με την εξίσωση που δίνει την χωρητικότητα ενός επίπεδου πυκνωτή ( $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ ). Υπόδειξη: Μπορείτε να κάνετε το ανάπτυγμα Taylor για την ποσότητα  $\delta/R_1$ .
10. Ένα κομμάτι υλικού πάχους  $d$  και διηλεκτρικής σταθεράς  $K$  έχει εισαχθεί κατά απόσταση  $x$ , στο χώρο ανάμεσα στους οπλισμούς ενός επίπεδου τετραγωνικού πυκνωτή πλευράς  $l$ , όπως φαίνεται στο σχήμα. Προσδιορίστε συναρτήσει του  $x$ , (α) τη χωρητικότητα, (β) την αποθηκευμένη ενέργεια αν η διαφορά δυναμικού είναι  $V_0$  και (γ) το μέτρο και διεύθυνση της δύναμης που ασκείται στο διηλεκτρικό υλικό. Υποθέστε ότι  $V_0$  παραμένει σταθερό και δεν μεταβάλλεται.

