

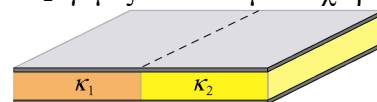
1. Μια λεπτή ράβδος εκτείνεται κατά μήκος του  $z$ -άξονα από  $z = -d$  έως  $z = +d$ . Η ράβδος είναι ομοιόμορφα φορτισμένη με φορτίο  $Q$  και γραμμική πυκνότητα  $\lambda = Q/2d$ .

(α) Υπολογίστε το ηλεκτρικό δυναμικό σε ένα σημείο με  $z > 2d$  κατά μήκος του  $z$ -άξονα.

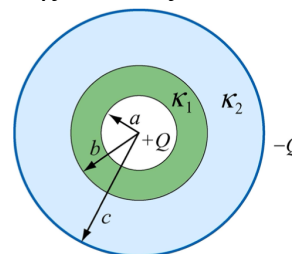
(β) Ποια είναι η αλλαγή στη ηλεκτρική δυναμική ενέργεια όταν ένα ηλεκτρόνιο μετακινείται από τη θέση  $z = 4d$  στη θέση  $z = 3d$ ;

(γ) Αν το ηλεκτρόνιο ξεκινά από την ηρεμία στο σημείο  $z = 4d$  βρείτε την ταχύτητά του όταν  $z = 3d$ .

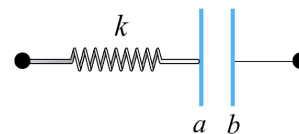
2. Δύο διηλεκτρικά υλικά με διηλεκτρική διαπερατότητα  $\kappa_1$  και  $\kappa_2$  γεμίζουν τον μισό χώρο ανάμεσα στους παράλληλους οπλισμούς ενός επίπεδου πυκνωτή, όπως φαίνεται στο σχήμα. Κάθε οπλισμός έχει εμβαδό  $A$  και η μεταξύ τους απόσταση είναι  $d$ . Υπολογίστε την χωρητικότητα του συστήματος.



3. Θεωρήστε ένα αγωγίμο σφαιρικό φλοιό εσωτερικής και εξωτερικής ακτίνας  $a$  και  $c$  αντίστοιχα και φορτίου  $+Q$  και  $-Q$  αντίστοιχα. Θεωρήστε ότι ο χώρος ανάμεσα στις δύο σφαιρικές επιφάνειες είναι γεμάτος με δύο διαφορετικά υλικά διηλεκτρικής σταθεράς  $\kappa_1$  και  $\kappa_2$ . Το ένα υλικό καλύπτει την περιοχή από την επιφάνεια ακτίνας  $a$  έως μια επιφάνεια ακτίνας  $b$  ενώ το δεύτερο υλικό εκτείνεται από την επιφάνεια ακτίνας  $b$  έως την εσωτερική σφαιρική επιφάνεια του σφαιρικού φλοιού ακτίνας  $c$ , όπως φαίνεται στο σχήμα. Προσδιορίστε την χωρητικότητα του συστήματος.



4. Θεωρήστε έναν επίπεδο πυκνωτή με αέρα ανάμεσα στους δύο οπλισμούς του. Ένας από τους οπλισμούς του πυκνωτή είναι συνδεδεμένος με ελατήριο σταθεράς ελατηρίου  $k$ , ενώ ο άλλος οπλισμός είναι ακλόνητος. Το σύστημα είναι σε ηρεμία πάνω σε οριζόντια επιφάνεια όπως φαίνεται στο σχήμα. Αν τα φορτία στους οπλισμούς του πυκνωτή είναι  $+Q$  και  $-Q$  αντίστοιχα και το εμβαδό της επιφάνειάς τους είναι  $A$ , βρείτε την επιμήκυνση του ελατηρίου συναρτήσει του φορτίου  $Q$ , του εμβαδού της επιφάνειας  $A$  και της σταθεράς του ελατηρίου  $k$ .

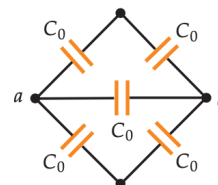


5. Θεωρήστε το σύστημα το οποίο αποτελείται από μια συμπαγή μεταλλική σφαίρα ακτίνας  $10.0\text{cm}$  και φορτίου  $5\text{nC}$  και έναν ομόκεντρο μεταλλικό σφαιρικό φλοιό εσωτερικής ακτίνας  $10.5\text{cm}$ ; (α) Υπολογίστε την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο ηλεκτρικό πεδίο στη περιοχή μεταξύ των δύο σφαιρών. Υπόδειξη: Μπορείτε να θεωρήσετε τις σφαίρες σαν παράλληλα επίπεδα τμήματα σε απόσταση  $0.5\text{cm}$ .

(β) Υπολογίστε την χωρητικότητα του συστήματος των δύο σφαιρών.

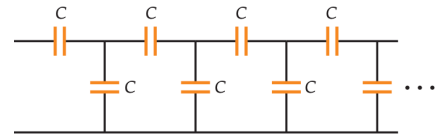
(γ) Υπολογίστε την ολική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο ηλεκτρικό πεδίο χρησιμοποιώντας τη σχέση  $\frac{1}{2} Q^2 / C$  και να συγκρίνετε την απάντησή σας με αυτή από το (α) ερώτημα.

6. Θεωρήστε το κύκλωμα της γέφυρας πυκνωτών του διπλανού σχήματος το οποίο αποτελείται από 5 όμοιους πυκνωτές της ίδιας χωρητικότητας  $C_0$ . (α) Βρείτε την ισοδύναμη χωρητικότητα του κυκλώματος μεταξύ των σημείων  $a$  και  $b$ . (β) Βρείτε την ισοδύναμη χωρητικότητα μεταξύ

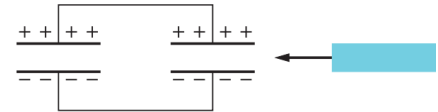


των σημείων  $a$  και  $b$  αν ο πυκνωτής στο κέντρο αντικατασταθεί με έναν πυκνωτή χωρητικότητας  $10C_0$ .

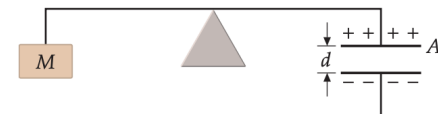
7. Ποια είναι η ισοδύναμη χωρητικότητα του άπειρου δικτύου των πυκνωτών του διπλανού σχήματος; Κάθε πυκνωτής έχει χωρητικότητα  $C$ . Η απάντησή σας θα πρέπει να εκφραστεί συναρτήσει της χωρητικότητας  $C$ .



8. Δύο πυκνωτές, ο καθένας αποτελούμενος από δύο αγωγίμους επίπεδους οπλισμούς επιφάνειας  $A$  που βρίσκονται σε απόσταση  $d$ , είναι συνδεδεμένοι παράλληλα μεταξύ τους όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Ένα κομμάτι διηλεκτρικού υλικού πάχους  $d$  και εμβαδού επιφάνειας  $A$  με διηλεκτρική σταθερά  $\kappa$ , εισέρχεται ανάμεσα στους οπλισμούς του ενός από τους δύο πυκνωτές. Υπολογίστε το νέο φορτίο  $Q'$  στον θετικό οπλισμό του πυκνωτή αυτού μετά την αποκατάσταση της ηλεκτροστατικής ισορροπίας. Η απάντησή σας θα πρέπει να εκφραστεί συναρτήσει του φορτίου  $Q$  και της διηλεκτρικής σταθεράς  $\kappa$ .



9. Το διπλανό σχήμα παρουσιάζει μία ζυγαριά πυκνωτών. Η ζυγαριά έχει ένα σώμα μάζας  $M$  στο ένα άκρο μίας ράβδου αμελητέας μάζας ενώ το άλλο άκρο της ράβδου είναι στερεωμένο σε έναν επίπεδο πυκνωτή του οποίου η απόσταση μεταξύ των οπλισμών μπορεί να μεταβάλλεται. Υποθέστε ότι ο πάνω οπλισμός του πυκνωτή έχει αμελητέα μάζα. Όταν η διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή είναι  $V_0$ , η ελκτική ηλεκτροστατική δύναμη μεταξύ των οπλισμών εξισορροπεί το βάρος της μάζας  $M$ . (α) Θεωρείτε ότι η ζυγαριά βρίσκεται σε σταθερή ισορροπία; Δηλαδή αν την ρυθμίσουμε να βρίσκεται σε ισορροπία και κατόπιν μετακινήσουμε τους οπλισμούς σε λίγο μικρότερη απόσταση, οι οπλισμοί θα κινηθούν για να εκμηδενίσουν την μεταξύ τους απόσταση ή θα επανέλθουν στην αρχική απόσταση ισορροπίας; (β) Υπολογίστε τη τιμή της διαφοράς δυναμικού  $V_0$ , που απαιτείται ώστε να ισορροπήσει ένα σώμα μάζας  $M$  θεωρώντας ότι η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή είναι  $d_0$  και το εμβαδό της επιφάνειας των οπλισμών είναι  $A$ . Υπόδειξη: Μια χρήσιμη σχέση είναι ότι η δύναμη μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή ισούται με την παράγωγο της αποθηκευμένης ηλεκτροστατικής ενέργειας ως προς την απόσταση των δύο οπλισμών.



10. Θεωρήστε το κύκλωμα του διπλανού σχήματος. Πριν κλείσει ο διακόπτης  $S$ , η διαφορά δυναμικού στα άκρα των ηλεκτροδίων του διακόπτη είναι  $120V$  και η διαφορά δυναμικού στα άκρα του πυκνωτή χωρητικότητας  $C_1$  είναι  $40V$ . Η χωρητικότητα του πυκνωτή  $C_1$  είναι  $0.200\mu F$ . Η ολική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στους δύο πυκνωτές είναι  $1.44mJ$ . Μετά το κλείσιμο του διακόπτη, η διαφορά δυναμικού στα άκρα του κάθε πυκνωτή είναι  $80V$  και η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στους δύο πυκνωτές ελαττώνεται στα  $960\mu J$ . Προσδιορίστε την χωρητικότητα  $C_2$  του δεύτερου πυκνωτή καθώς και το φορτίο του πριν κλείσει ο διακόπτης  $S$ .

