



## ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΙ

### Αναστασία Δόικου

1. Δύο ομόκεντρα σφαιρικά κελύφη με ακτίνες  $r_a$  και  $r_b$  ( $r_a < r_b$ ) σχηματίζουν μια διάταξη ηλεκτρικής αντίστασης, όταν ο χώρος μεταξύ των δύο επιφανειών περιέχει υλικό ειδικής αντίστασης  $\rho$ . Αποδείξτε ότι η αντίσταση της διάταξης είναι:  $R = \rho/4\pi (1/r_a - 1/r_b)$
2. Ράβδος μήκους  $L$  και μάζας  $m$  ολισθαίνει πάνω σε 2 παράλληλες ράγες, οι οποίες ενώνονται από αριστερά με σύρμα κάθετο σε αυτές. Το σύστημα (ράβδος και ράγες) έχει συνολική αντίσταση  $R$  και βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο που είναι κάθετο στο επίπεδο του και κατευθύνεται προς τα έξω. Σύρουμε τη ράβδο προς τα δεξιά με αρχική ταχύτητα  $u_0$  και την αφήνουμε. Βρείτε την ταχύτητα της ράβδου συναρτήσει του χρόνου.
3. Δακτυλιοειδές πηνίο αποτελείται από  $N$  σπείρες και έχει ορθογώνια διατομή. Η εσωτερική και εξωτερική ακτίνα του πηνίου είναι  $a$  και  $b$  αντίστοιχα. Η άλλη πλευρά της ορθογώνιας διατομής είναι μήκους  $h$ . α) Υπολογίστε το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό του πηνίου. β) Αποδείξτε ότι ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου είναι:  $L = (\mu_0 N^2 h/2\pi) \ln(b/a)$ .
4. α) Θεωρείστε κύκλωμα με πυκνωτή χωρητικότητας  $C$  και πηνίο αυτεπαγωγής  $L$ . Βρείτε το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα αν τη χρονική στιγμή  $t = 0$ ,  $Q_c = Q_0$ . β) Θεωρείστε κύκλωμα με πηνίο αυτεπαγωγής  $L$  και αντίσταση  $R$ . Βρείτε το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα αν τη χρονική στιγμή  $t = 0$ ,  $I = I_0$ . Σχολιάστε τα αποτελέσματά σας.
5. Θεωρείστε σφαίρα ακτίνας  $a$ , κατασκευασμένη από μονωτικό υλικό. Η σφαίρα είναι φορτισμένη με συνολικό φορτίο  $Q$ , κατανεμημένο σε όλο τον όγκο της με πυκνότητα  $\rho = b r + c$  ( $b, c$  σταθερές). Υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου εντός και εκτός της σφαίρας ( $r < a$  και  $r > a$ ). Εκφράστε επίσης το συνολικό φορτίο  $Q$  συναρτήσει των  $a, b, c$ .
6. Ένα μεγάλο μήκους ευθύγραμμο σύρμα είναι παράλληλο προς τη μια πλευρά, μήκους  $b$ , ενός ορθογώνιου πλαισίου, βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το πλαίσιο και απέχει απόσταση  $d$  από αυτό. Η άλλη πλευρά του ορθογώνιου είναι μήκους  $c$ . Αν το σύρμα διαρρέεται από ρεύμα  $I$  που μεταβάλλεται με το χρόνο ως:  $I = I_0 e^{-at}$ , υπολογίστε: α) το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται σε απόσταση  $r$  από το σύρμα β) την επαγόμενη ΗΕΔ στο βρόχο.

7. Θεωρείστε κύκλωμα με αντίσταση, πηνίο και πυκνωτή (RLC) και διακόπτη σε σειρά. Ο πυκνωτής θεωρείται πλήρως φορτισμένος τη χρονική στιγμή  $t=0$  ( $Q = Q_m$ ), όπου κλείνουμε το διακόπτη του κυκλώματος. Χρησιμοποιώντας τους νόμους του Kirchhoff υπολογίστε το φορτίο του πυκνωτή συναρτήσει του χρόνου. Σχολιάστε το αποτέλεσμα σας.
8. Θετικά φορτισμένο τετραγωνικό φύλλο πλευράς  $L$ , με επιφανειακή πυκνότητα φορτίου  $\sigma = |x| - |y|$ , βρίσκεται στο επίπεδο  $xy$ . Σε πόση απόσταση  $h$  από την αρχή των αξόνων, στον κατακόρυφο άξονα  $z$  πρέπει να τοποθετηθεί θετικό φορτίο  $q$ , μάζας  $m$ , έτσι ώστε αυτό να ισορροπεί? Η επιτάχυνση βαρύτητας  $g$  θεωρείται γνωστή, θεωρείστε επίσης ότι η αρχή των αξόνων βρίσκεται στο κέντρο του τετραγωνικού φύλλου.
9. Σωληνοειδές πηνίο πολύ μεγάλου μήκους με  $n$  βρόχους ανά μονάδα μήκους και ακτίνα  $a$  διαρρέεται από ρεύμα  $I$ , που αυξάνεται με σταθερό ρυθμό  $\lambda = dI/dt$ . α) Υπολογίστε το επαγόμενο ηλεκτρικό πεδίο σε ένα σημείο που βρίσκεται στο εσωτερικό του πηνίου και σε απόσταση  $r$  από τον άξονά του. β) Υπολογίστε το μέτρο και την κατεύθυνση του διανύσματος Poynting στο σημείο αυτό.
10. Δύο μακριά ευθύγραμμα αγωγίμα σύρματα με γραμμική πυκνότητα μάζας  $\lambda$  εξαρτώνται από νήματα έτσι ώστε να είναι οριζόντια, παράλληλα μεταξύ τους και σε απόσταση  $d$ . Από τη μία πλευρά τα σύρματα συνδέονται μεταξύ τους με σύρμα μικρής αντίστασης. Από την άλλη πλευρά, τα άκρα των δύο συρμάτων συνδέονται με τους οπλισμούς ενός πυκνωτή χωρητικότητας  $C$ , που έχει προηγουμένως φορτιστεί από πηγή τάσης  $V$ . Τη στιγμή που αποκαθίστανται οι συνδέσεις τα σύρματα απωθούνται προς τα πλάγια, λόγω της μεταξύ τους απωστικής δύναμης και το καθένα αποκτά αρχική οριζόντια ταχύτητα  $v$ . Μπορείτε να θεωρήσετε ότι ο χρόνος αποφόρτισης του πυκνωτή είναι αμελητέος σε σύγκριση με το χρόνο της μετατόπισης των συρμάτων από την αρχική τους θέση. Δείξτε ότι η αρχική ταχύτητα  $v$  του κάθε σύρματος είναι:  $v = (\mu_0 C V^2) / (4 \pi \lambda R d)$ , όπου  $R$  η ολική αντίσταση του κυκλώματος.
11. Θεωρείστε δύο παράλληλα σύρματα μεγάλου μήκους, φορτισμένα με αντίθετα φορτία, με ακτίνα  $d$  και μεταξύ των κέντρων τους απόσταση  $D$ . Εάν υποθεθεί ότι το φορτίο είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο στην επιφάνεια κάθε σύρματος, βρείτε τη χωρητικότητα ανά μονάδα μήκους του ζεύγους των συρμάτων.
12. Βρείτε την ηλεκτρική αντίσταση μεταξύ των επιφανειών  $A$  (εσωτερική) και  $B$  (εξωτερική) ενός τετάρτου του δακτυλίου, ο οποίος έχει διατομή σχήματος ορθογωνίου. Η εσωτερική ακτίνα είναι  $b$ , η εξωτερική  $a$  και το πάχος  $t$ . Η ειδική αντίσταση είναι  $\rho$ .