

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ
Φυσική II - Ηλεκτρομαγνητισμός
2ο εξάμηνο, 2011-2012

Φυλλάδιο 2ο, 23.4.2012

Παράδοση: 14.5.2012

Ε. Γαζής/Η. Κατσούφης

N. Τράκας

1. Σφαιρικοί ομόκεντροι μεταλλικοί φλοιοί ακτίνων R_1 και R_2 ($R_1 < R_2$) και μηδενικού πάχους, βρίσκονται σε δυναμικά V_1 ο εσωτερικός και V_2 ο εξωτερικός. Στο μεταξύ τους χώρο ($R_1 < r < R_2$) υπάρχει συνεχής κατανομή φορτίου με σταθερή χωρική πυκνότητα ρ . Να υπολογιστεί το ηλεκτρικό πεδίο και το ηλεκτρικό δυναμικό παντού στο χώρο.
2. Μεταλλική σφαίρα φέρει φορτίο Q_1 ($Q_1 > 0$). Περιβάλλεται από μεταλλικό ομόκεντρο πολύ λεπτό φλοιό που φέρει φορτίο Q_2 ($Q_2 < 0$). Σχεδιάστε το ηλεκτρικό πεδίο (δυναμικές γραμμές) στο χώρο για τις τρεις ακόλουθες περιπτώσεις: α) $|Q_1| > |Q_2|$, β) $|Q_1| < |Q_2|$ και γ) $|Q_1| = |Q_2|$
3. Σε ένα αρχικά ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\mathbf{E} = (0, 0, E_0)$ τοποθετούμε αφόρτιστη αγώγιμη σφαίρα ακτίνας R . Το πεδίο βέβαια αλλάζει και το δυναμικό σε σημεία εκτός της σφαίρας δίνεται από τη σχέση

$$V(r, \theta) = -E_0 r \cos \theta \left(1 - \frac{R^3}{r^3}\right)$$

- α) βρείτε το δυναμικό της σφαίρας. β) Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο $\mathbf{E} = (E_x, E_y, E_z)$. γ) Δείξτε ότι πάνω στη σφαίρα, το πεδίο έχει ακτινική διεύθυνση (γιατί?). δ) Βρείτε την επιφανειακή πυκνότητα φορτίου (ως συνάρτηση της γωνίας θ) που αναπτύσσεται στην επιφάνεια της σφαίρας.
- ε) Σχεδιάστε πρόχειρα τις δυναμικές γραμμές.

4. Να βρεθεί η αντίσταση του συστήματος που αποτελείται από δύο αγώγιμους ημισφαιρικούς φλοιούς, ακτίνων a και b . Ο χώρος ανάμεσα στους φλοιούς περιέχει υλικό με αγωγιμότητα σ πολύ μικρότερη από την αγωγιμότητα των αγώγιμων φλοιών. (Υπόδειξη: Θεωρήστε το ηλεκτρικό πεδίο στον ενδιάμεσο χώρο ότι είναι ανάλογο του $1/r^2$).

5. Θεωρήστε ένα σύστημα τριών ομόκεντρων σφαιρικών λεπτών μεταλλικών φλοιών με ακτίνα r_i . Οι $i = 2$ και 3 είναι συνδεδεμένοι με ένα σύρμα και οι τρεις είναι αρχικά αφόρτιστοι. Θετικό φορτίο Q τοποθετείται στον $i = 1$. α) Πόσο γίνεται το ηλεκτρικό φορτίο σε κάθε σφαιρικό φλοιό; Πού βρίσκεται; Γιατί; β) Υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου. γ) Υπολογίστε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ του φλοιού $i = 1$ και ενός σημείου πολύ μακριά από το σύστημα.

6. Δύο επίπεδα μεταλλικά φύλλα 'άπειρης έκτασης' Φ_1 και Φ_2 τοποθετούνται παράλληλα και σε απόσταση $a_1 + a_2 + b$ μεταξύ τους, ενώ στον ενδιάμεσο χώρο υπάρχει παράλληλα τοποθετημένη αγώγιμη πλάκα Π πάχους b , επίσης 'άπειρης έκτασης', όπως δείχνει το σχήμα. Τα φύλλα Φ_1 και Φ_2 συνδέονται μεταξύ τους με ένα σύρμα. Στη μία όψη της πλάκας Π εναποτίθεται ομοιόμορφα φορτίο με επιφανειακή πυκνότητα σ , οπότε δημιουργούνται ομογενή ηλεκτρικά πεδία στους χώρους μεταξύ των (Φ_1, Π) και (Φ_2, Π) με εντάσεις E_1 και E_2 , αντίστοιχα. α) Να υπολογιστεί το ηλεκτρικό πεδίο σε όλα τα σημεία μεταξύ των φύλλων Φ_1 και Φ_2 . Θεωρήστε το δυναμικό του Φ_1 ίσο με μηδέν. Υπάρχουν ασυνέχειες στο πεδίο; β) Να υπολογιστεί το δυναμικό της πλάκας Π . Υπάρχουν ασυνέχειες στο δυναμικό; γ) Να υπολογιστεί η ενέργεια του πεδίου ανά μονάδα εμβαδού.

7. Στις δύο βάσεις, ακτίνας r και R , κομμένου συμπαγούς ημισφαιρίου ειδικής αντίστασης ρ εφάπτονται χάλκινα κυκλικά ηλεκτρόδια ίσης ακτίνας αντίστοιχα. Σταθερό ρεύμα εισάγεται στο κέντρο της κυκλικής βάσης ακτίνας r και εξέρχεται από το κέντρο της άλλης κυκλικής βάσης

ακτίνας R . Υπολογίστε την ολική αντίσταση του αντικειμένου. (Υπόδειξη: Υποδιαιρέστε το αντικείμενο σε λεπτές παράλληλες προς τις βάσεις).

8. 4. Χάλκινη λωρίδα εύρους $a = 5$ cm, πάχους $b = 0.5$ cm και συνολικού μήκους $2L = 2$ m, είναι διπλωμένη όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα δύο παράλληλα τμήματα απέχουν κατά $d = 1$ mm. Ρεύμα $I = 10$ A ρέει κατά μήκος της λωρίδας, λόγω της εφαρμογής μιας σταθερής διαφοράς δυναμικού στα δύο άκρα της. Υπολογίστε το συνολικό φορτίο που αποθηκεύεται μόνιμα στο σχηματιζόμενο πυκνωτή. Ειδική αντίσταση του χαλκού $\rho = 1.7 \times 10^{-8}$ Wm. (Υπόδειξη: υπολογίστε πρώτα τη διαφορά δυναμικού $V(x)$ μεταξύ δύο απέναντι στοιχειωδών λωρίδων dx που συνιστούν ένα στοιχειώδη πυκνωτή. Επειδή $d \ll L$, μπορούμε να αγνοήσουμε την πλευρά ύψους d)

