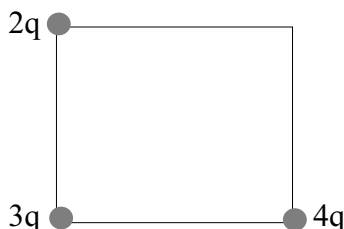


ΦΥΕ 14
6η ΕΡΓΑΣΙΑ
Παράδοση 30-06-08
(Οι ασκήσεις είναι βαθμολογικά ισοδύναμες)

ΑΣΚΗΣΗ 1

A) Τρία σημειακά φορτία τοποθετούνται στις κορυφές ενός τετραγώνου πλευράς a , όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Υπολογίστε τη διεύθυνση και το μέτρο του ηλεκτρικού πεδίου στη κορυφή όπου δεν υπάρχει φορτίο.

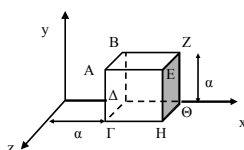


Σχήμα 1

B) Κύβος έχει τις ακμές του, μήκους a , παράλληλες στους 3 ορθογώνιους άξονες x, y, z . Η έδρα που είναι παράλληλη στο επίπεδο yz απέχει από αυτό απόσταση a . Στο χώρο υπάρχει ηλεκτρικό πεδίο που δίνεται από τη σχέση

$$\mathbf{E} = b\sqrt{x}\hat{x} + c\hat{y},$$

όπου b, c σταθερές με μονάδες $\text{NC}^{-1}\text{m}^{-1/2}$ και NC^{-1} αντίστοιχα.



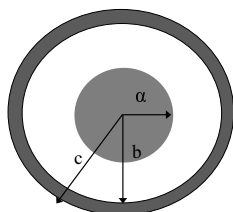
Σχήμα 2

- (α) Βρείτε τη ροή του ηλεκτρικού πεδίου μέσα από την επιφάνεια του κύβου,
- (β) το φορτίο που υπάρχει στο εσωτερικό του κύβου.

ΑΣΚΗΣΗ 2

Μια συμπαγής μονωτική σφαίρα ακτίνας a έχει θετικό φορτίο $3Q$ που ισοκατανέμεται στον όγκο της. Η σφαίρα περικλείεται από ένα αγωγίμο ομοκεντρικό σφαιρικό φλοιό εσωτερικής

ακτίνας b και εξωτερικής c που έχει φορτίο $-Q$. Υπολογίστε το ηλεκτρικό πεδίο σε όλο το χώρο και κάντε τη γραφική παράσταση της έντασης συναρτήσει της απόστασης από το κέντρο της σφαίρας.



Σχήμα 3

ΑΣΚΗΣΗ 3

Δύο αγώγιμες σφαίρες ακτίνων R_1 και R_2 με $R_1 > R_2$ συνδέονται με ένα αγώγιμο σύρμα. Οι σφαίρες έχουν φορτίο q_1 και q_2 αντίστοιχα. Ποια από τις δύο σφαίρες έχει μεγαλύτερη επιφανειακή κατανομή φορτίου;

ΑΣΚΗΣΗ 4

Θετικό φορτίο Q κατανέμεται ομοιόμορφα σε δύο σφαίρες από μονωτικό υλικό ακτίνας R . Το κέντρο της πρώτης σφαίρας βρίσκεται στην αρχή του συστήματος συντεταγμένων και της δεύτερης στο σημείο $x = 2R$. Να βρεθεί το μέτρο και η κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου E στον άξονα των x για: $x = 0$, $x = R/2$, $x = R$, και $x = 3R$.

ΑΣΚΗΣΗ 5

Μεταλλική σφαίρα ακτίνας r_1 φέρει φορτίο Q και περιβάλλεται από αγώγιμους φλοιούς με ακτίνες (r_2, r_3) και (r_4, r_5) αντίστοιχα.

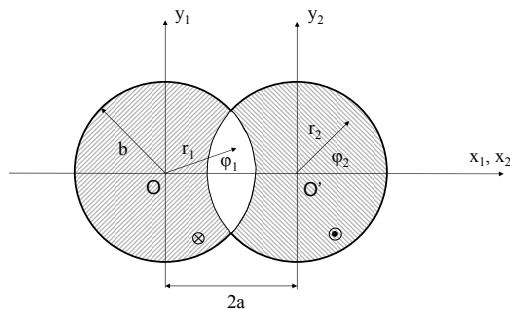
(α) Βρείτε τα φορτία στις επιφάνειες των φλοιών.

(β) Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο παντού.

(γ) Βρείτε το δυναμικό της κεντρικής σφαίρας.

ΑΣΚΗΣΗ 6

Ένα σύστημα αγωγών έχει διατομή που δίνεται από την τομή δύο κύκλων ακτίνας b των οποίων τα κέντρα βρίσκονται σε απόσταση $2a$ όπως φαίνεται στο σχήμα 4. Το αγώγιμο τμήμα τους είναι η γραμμοσκιασμένη περιοχή στο σχήμα ενώ το υπόλοιπο είναι κενό. Ο αριστερός αγωγός έχει πυκνότητα ρεύματος J με φορά προς τη σελίδα ενώ ο δεξιός αγωγός έχει ομοιόμορφη πυκνότητα ρεύματος J με αντίθετη φορά. Θεωρείστε ότι η μαγνητική διαπερατότητα του αγωγού είναι ίδια με αυτή του κενού. Υπολογίστε το μαγνητικό πεδίο σε όλα τα σημεία x, y στο κενό που περικλείεται από τους δύο αγωγούς.



Σχήμα 4

ΑΣΚΗΣΗ 7

Κοίλος αγωγός με εσωτερική ακτίνα a και εξωτερική b διαρρέεται από ρεύμα εντάσεως I ομοιόμορφα κατανενημένο.

(α) Δείξτε ότι το μαγνητικό πεδίο $B(r)$ για σημεία μέσα στο σώμα του αγωγού (δηλαδή για $a < r < b$) δίδεται από τη σχέση:

$$B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi(b^2 - a^2)} \frac{r^2 - a^2}{r}$$

Να ελέγξετε τον τύπο για την περίπτωση του $a = 0$.

(β) Δώστε μια χονδρική γραφική παράσταση της γενικής συμπεριφοράς του $B(r)$ από $r = 0$ μέχρι $r \rightarrow \infty$.

ΑΣΚΗΣΗ 8

Το ρεύμα που διαρρέει ευθύγραμμο αγωγό AB απείρου μήκους αυξάνεται γραμμικά με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $i(t) = At + B$, με $A, B > 0$. Ο αγωγός βρίσκεται στο επίπεδο συρμάτινου τετραγωνικού πλαισίου, πλευράς α , σε απόσταση α από την πλησιέστερη πλευρά του πλαισίου.

(α) Πόση είναι η ολική μαγνητική ροή που διαπερνά το πλαίσιο και (β) βρείτε την ΗΕΔ που επαγεται στο πλαίσιο και το επαγόμενο ρεύμα αν η αντίσταση του πλαισίου είναι R .

ΑΣΚΗΣΗ 9

Κυλινδρικός αγωγός άπειρου μήκους και ακτίνας R διαρρέεται από ρεύμα που το διάνυσμα πυκνότητας είναι:

$$\mathbf{J} = J_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) \hat{z} \quad r \leq R$$

$$\mathbf{J} = 0 \quad r > R.$$

(α) Υπολογίστε την ένταση του ρεύματος I που διαρρέει διατομή ακτίνας r .

(β) Βρείτε το μαγνητικό πεδίο B εντός και εκτός του αγωγού.

(γ) Ποια είναι η μέγιστη τιμή του μαγνητικού πεδίου B και σε ποια απόσταση από το άξονα επιτυγχάνεται αυτή η τιμή.

ΑΣΚΗΣΗ 10

Μία ράβδος μήκους l , μάζας m και αντίστασης R ολισθαίνει χωρίς τριβή πάνω σε δύο παράλληλους αγωγίμους οδηγούς αμελητέας αντίστασης, όπως φαίνεται στο σχήμα. Οι οδηγοί συνδέονται μεταξύ τους στο κάτω άκρο τους και μαζί με τη ράβδο αποτελούν έναν αγωγίμο βρόχο. Το επίπεδο των οδηγών σχηματίζει με το οριζόντιο επίπεδο γωνία θ και παντού στο χώρο υπάρχει κάθετο ομογενές μαγνητικό πεδίο B . Δείξτε ότι η ράβδος αποκτά σταθερή τελική ταχύτητα με μέτρο:

$$u = \frac{mgR \sin \theta}{B^2 l^2 \cos^2 \theta}.$$

