

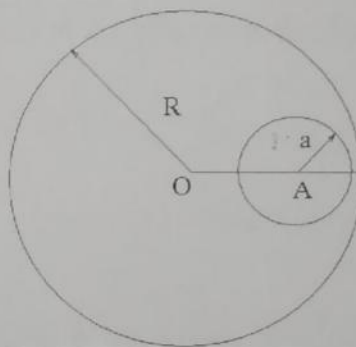
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜ. ΜΑΘ. & ΦΥΣ. ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 9
157 73 ΑΘΗΝΑ
Τηλ : +(30-1)-772 3036 Fax : +(30-1)-772 3025
e-mail: kehagias@central.ntua.gr



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY
FACULTY OF APPLIED SCIENCES
PHYSICS DEPARTMENT
ZOGRAFOU CAMPUS
GR 157 73 ATHENS - GREECE
phone : +(30-1)-772 3036 Fax: +(30-1)7723025
e-mail: kehagias@central.ntua.gr

ΘΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΙΙ
ΕΞΑΜΗΝΟ: 5^ο
ΣΧΟΛΗ ΕΜΦΕ
ΔΙΑΡΚΕΙΑ: 2 ΩΡΕΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΑΙΟΥ 2018

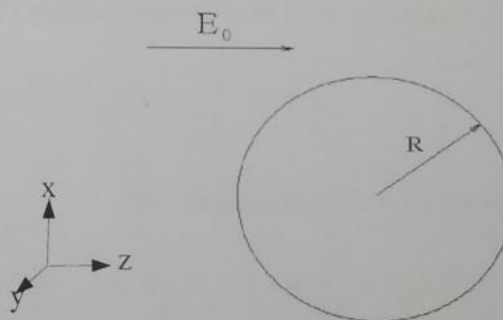
ΘΕΜΑ 1. (2 μονάδες). Συμπαγής σφαίρα ακτίνας R και κέντρο O με ομοιόμορφη κατανομή φορτίου ρ έχει μία άδεια σφαιρική κοιλότητα ακτίνας a με κέντρο το σημείο A που βρίσκεται σε απόσταση $OA=L$ από το κέντρο της μεγάλης σφαίρας, όπως στο διπλανό σχήμα. Να βρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο στο εσωτερικό της κοιλότητας.



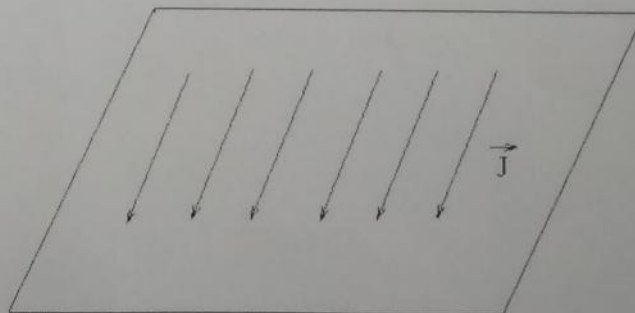
ΘΕΜΑ 2. (3.5 μονάδες) Μεταλική αγωγίμη σφαίρα ακτίνας R τοποθετείται σε σταθερό εξωτερικό πεδίο με μέτρο E_0 και κατεύθυνση κατά τον άξονα z . Να βρεθεί

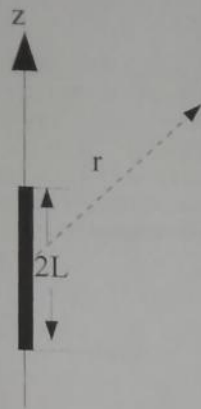
A) Η επιφανειακή πυκνότητα φορτίου πάνω στη σφαίρα

B) Η ηλεκτρική διπολική ροπή της.



ΘΕΜΑ 3. (2 μονάδες) Απειρος λεπτός επίπεδος αγωγός διαρέεται από ρεύμα επιφανειακής πυκνότητας J . Να βρεθεί παντού το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί.





ΘΕΜΑ 4) (3 μονάδες)

Ομοιόμορφα φορτισμένη ράβδος αμελητέου πάχους και μήκους $2L$ βρίσκεται κατά μήκος του άξονα z και φέρει συνολικό φορτίο Q (Σχ. 2). Αφού βρείτε το δυναμικό κατά μήκος του άξονα συμμετρίας z , να βρείτε το δυναμικό σε αποστάσεις $r \gg L$ μέχρι τετραπολική προσέγγιση.

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

Λύση εξίσωσης Laplace σε σφαιρικές συντεταγμένες με αξονική συμμετρία:

$$\Phi(r, \theta) = \sum_{\ell=0}^{\infty} \left(A_{\ell} r^{\ell} + \frac{B_{\ell}}{r^{\ell+1}} \right) P_{\ell}(\cos \theta) \quad (1)$$

Μερικά πολυώνυμα Legendre ($x = \cos \theta$)

$$\begin{aligned} P_0(x) &= 1, \quad P_1(x) = x, \quad P_2(x) = \frac{1}{2}(3x^2 - 1) \\ P_3(x) &= \frac{1}{2}(5x^3 - 3x), \quad P_4(x) = \frac{1}{8}(35x^4 - 30x^2 + 3). \end{aligned} \quad (2)$$

Τα πολυώνυμα Legendre αποτελούν πλήρες ορθοκανονικό σύστημα στο διάστημα $-1 \leq x \leq 1$. Έτσι, συναρτήσεις $f(x)$ ορισμένες σε αυτό το διάστημα, μπορούν να γραφούν σαν

$$f(x) = \sum_{\ell=0}^{\infty} A_{\ell} P_{\ell}(x), \quad A_{\ell} = \frac{2\ell+1}{2} \int_{-1}^1 f(x) P_{\ell}(x) dx \quad (3)$$

Μαθηματικές σχέσεις που ίσως χρειαστούν:

$$\frac{1}{(1+x)^a} = 1 - ax + \frac{1}{2}a(a+1)x^2 - \frac{1}{6}a(a^2+3a+2)x^3 + \frac{1}{24}a(a^3+6a^2+11a+6)x^4 + O(x^5) \quad (4)$$

$$\ln(1+x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n+1} x^{n+1} = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots \quad (5)$$