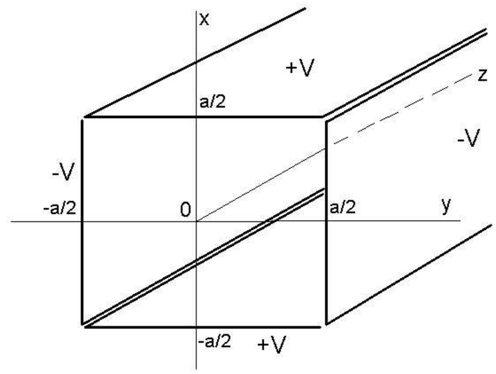
Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυσικής
Εξετάσεις Ηλεκτρομαγνητισμού Ι, 20 Φεβρουαρίου 2004
Διάρκεια εξέτασης 3 ώρες
Καλή επιτυχία

Ονοματεπώνυμο: ____, ΑΜ: ____________

Θέμα 1^o:



Σύστημα αγωγών απείρου μήκους, βλέπε σχήμα, φέρει δυναμικά $+V$ και $-V$. Να υπολογίσετε:

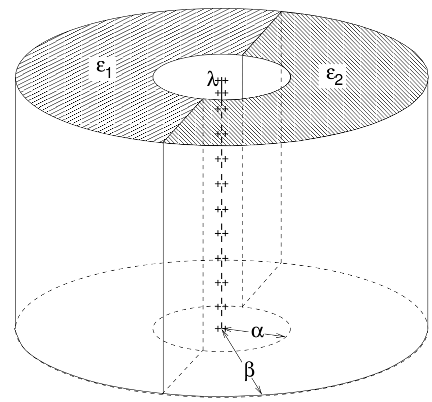
(α) την κατανομή του δυναμικού στο χώρο $|x|, |y| <$a/2, και

(β) την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία $(x = 0,\ y = 0)$.

Να δικαιολογήσετε κάθε απάντησή σας.

(Ο χωρισμός των μεταβλητών θεωρείται γνωστός.)

Θέμα 2^o:



Μια γραμμική κατανομή φορτίου, με γραμμική πυκνότητα φορτίου λ, περιβάλλεται από μια κενή κυλινδρική περιοχή ακτίνας α. Στην συνέχεια περιβάλλεται από ένα κυλινδρικό κέλυφος εσωτερικής ακτίνας α και εξωτερικής β. Το μισό κέλυφος είναι **γεμάτο** με διηλεκτρικό ε_1 και το άλλο μισό με διηλεκτρικό ε_2, όπως στο σχήμα.

Να βρείτε τα πεδία $\boldsymbol{D}$, $\boldsymbol{P}$, $\boldsymbol{E}$ σε όλο το χώρο.

Επίσης υπολογίστε την επιφανειακή πυκνότητα δέσμιου φορτίου στις κυλινδρικές επιφάνειες $r = \alpha$ και $r = \beta$.

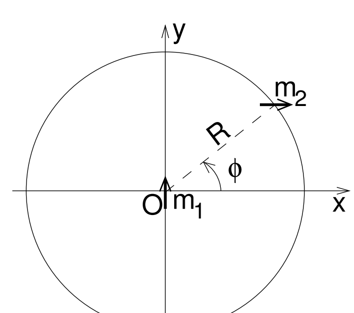
(Τα μήκη των κυλίνδρων είναι πολύ μεγαλύτερα από τις ακτίνες τους.)

Θέμα 3^o:

Βρείτε το διανυσματικό δυναμικό ενός σωληνοειδούς απείρου μήκους, ακτίνας R, με N σπείρες ανά μονάδα μήκους, που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I.

Θέμα 4^o:

(α) Ποια η γενική μορφή (δηλ. ανεξαρτήτως συστήματος συντεταγμένων) του μαγνητικού πεδίου $\boldsymbol{B}$ που δημιουργεί μαγνητικό δίπολο ροπής $\boldsymbol{m}$ σε σημείο P τέτοιο ώστε το διάνυσμα από το δίπολο ως το P να είναι $\boldsymbol{r}$; (Αναφέρετε τον τύπο χωρίς απόδειξη).



(β) Μαγνητικό δίπολο $\boldsymbol{m}_1 = m_1\hat{\boldsymbol{y}}$ είναι στερεωμένο στο κέντρο συστήματος $Oxyz$. Ένα άλλο μαγνητικό δίπολο $\boldsymbol{m}_2 = m_2\hat{\boldsymbol{x}}$ είναι ελεύθερο να κινείται πάνω σε περιφέρεια κύκλου $r \equiv \sqrt{x^2+y^2} = R,\ z = 0$ (βλέπε σχήμα), **χωρίς να αλλάζει η διπολική του ροπή**.

(β1) Ποιά η ενέργεια αλληλεπίδρασης των δύο διπόλων ($U = -\boldsymbol{m}_2 \cdot \boldsymbol{B}_1$) σαν συνάρτηση της γωνίας ϕ; Σε ποιές θέσεις η ενέργεια γίνεται μέγιστη και σε ποιές ελάχιστη;

(β2) Ποιά η δύναμη που ασκείται στο $\boldsymbol{m}_2$ σε τυχούσα γωνία ϕ; Ποιά τα σημεία ευσταθούς και ασταθούς ισορροπίας;

Δίνεται η κλίση σε κυλινδρικές συντεταγμένες (r, ϕ, z): $\nabla t = \dfrac{\partial t}{\partial r}\hat{\boldsymbol{r}} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial t}{\partial \phi}\hat{\boldsymbol{\phi}} + \dfrac{\partial t}{\partial z}\hat{\boldsymbol{z}}$.