



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ
Καθ. Ηλίας Γλύτσης, Τηλ. 210-7722479, e-mail: eglytsis@central.ntua.gr, Ιστοσελίδα Μαθήματος: <http://users.ntua.gr/eglytsis/>

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ Α --Τμήμα Α-Δ (Καθ. Η. Ν. Γλύτσης) 26 Σεπτεμβρίου 2007

Θέμα 1 [33%]:

Στο κάτωθι σχήμα φαίνονται κατανομές ηλεκτρικών φορτίων που είναι άπειρες στο επίπεδο yz . Η πλάκα πάχους d έχει χωρική πυκνότητα φορτίου $\rho(x) = \rho_0 \cos(\pi x/d)$ όπου ρ_0 σταθερά. Τα επίπεδα στο $x = -a-d/2$ και $x = b+d/2$ έχουν επιφανειακή πυκνότητα φορτίου σ_1 και σ_2 αντίστοιχα. Η επιπεπτότητα παντού στο χώρο είναι ϵ_0 .

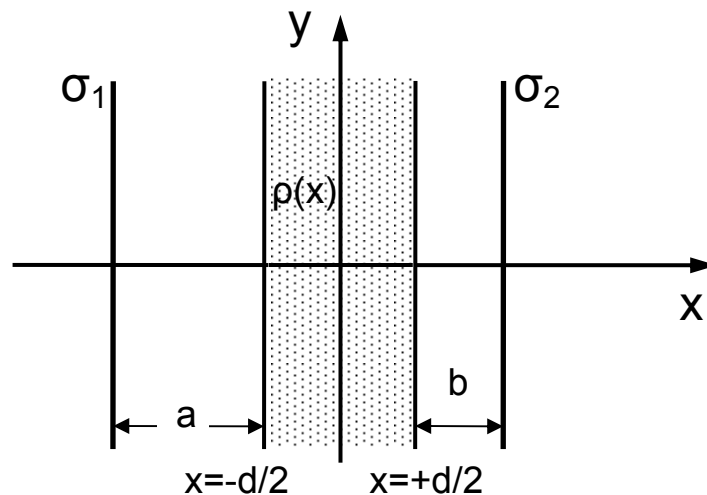
(α) [12%] Να προσδιορισθεί το ηλεκτρικό πεδίο παντού στο χώρο.

(β) [4%] Να βρεθεί η σχέση μεταξύ των δεδομένων σταθερών του προβλήματος ώστε το ηλεκτρικό πεδίο να μηδενίζεται στο $x = \pm\infty$.

(γ) [7%] Να προσδιορισθεί η ηλεκτροστατική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στην πλάκα πάχους d ανά μονάδα επιφάνειας της πλάκας.

(δ) [6%] Να προσδιορισθεί η ηλεκτροστατική δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας της πλάκας πάχους d .

(ε) [4%] Να προσδιορισθεί η ηλεκτροστατική δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας στο επίπεδο $z = b + d/2$.



Θέμα 2 [33%]:

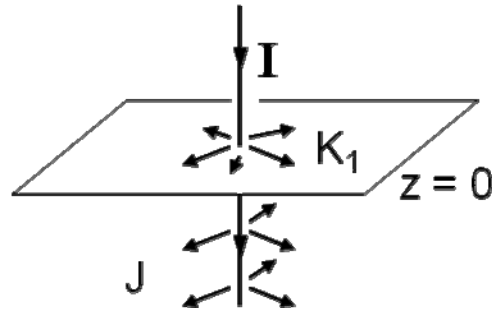
Σταθερό ρεύμα I διαρρέει αγωγό κατά μήκος του θετικού άξονα z με κατεύθυνση προς τα αρνητικά z . Στο επίπεδο $z = 0$ το μισό ρεύμα διαχέεται επιφανειακά πάνω στο επίπεδο $z = 0$ με ακτινικής διεύθυνσης επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος K_1 . Το υπόλοιπο μισό ρεύμα συνεχίζει κατά μήκος του άξονα z (με $z < 0$) όπου $I(z) = I_0 e^{-a|z|}$ όπου I_0 άγνωστη σταθερά και a γνωστή σταθερά. Ταυτόχρονα για $z < 0$ υπάρχει και χωρική πυκνότητα ρεύματος J με ακτινική (r_T) μόνο διεύθυνση. Η διαπερατότητα είναι παντού μ_0 .

(α) [10%] Να βρεθούν οι πυκνότητες ρεύματος K_1 και J και να εκφραστούν διανυσματικά.

(β) [10%] Να βρεθεί το μαγνητικό πεδίο παντού στο χώρο. Οποιαδήποτε υπόθεση πρέπει να δικαιολογηθεί.

(γ) [7%] Να βρεθεί η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας πάνω στο επίπεδο $z = 0$.

(δ) [6%] Να βρεθεί η μαγνητική ενέργεια που υπάρχει για $z < 0$ σε χώρο κυλινδρικού κελύφους εσωτερικής ακτίνας a και εξωτερικής ακτίνας b , και μήκους ℓ γύρω από τον άξονα z από $z = -d$ έως $z = -d-\ell$.



Θέμα 3 [34%]:

Ένα επίπεδο κύμα γωνιακής συχνότητας ω προσπίπτει καθέτως πάνω σε επίπεδο μη μαγνητικό στρώμα διηλεκτρικού επιτρεπτότητας ϵ_2 και πάχους d που βρίσκεται σε επαφή με τέλειο αγωγό όπως φαίνεται στο κάτωθι σχήμα. Ο φασιθέτης της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου του προσπίπτοντος κύματος δίδεται από την σχέση: $\vec{E}_i = \hat{i}_y E_0 \exp(-jk_1 z)$, όπου E_0 είναι σταθερά, k_1 το κυματαριθμός στην περιοχή με επιτρεπτότητα ϵ_1 .

(α) [5%] Να προσδιορισθούν οι φασιθέτες της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου τόσο στην περιοχή με επιτρεπτότητα ϵ_1 όσο και στην περιοχή με επιτρεπτότητα ϵ_2 . Το πεδίο να εκφρασθεί σαν άθροισμα πλήρως ορισμένων επιπέδων κυμάτων με μόνους αγνώστους τους συντελεστές πλάτους των κυμάτων.

(β) [7%] Να προσδιορισθούν οι φασιθέτες της έντασης του μαγνητικού πεδίου τόσο στην περιοχή με επιτρεπτότητα ϵ_1 όσο και στην περιοχή με επιτρεπτότητα ϵ_2 όπως και στο (α).

(γ) [7%] Να προσδιορισθούν οι εξισώσεις που καθορίζουν τους αγνώστους συντελεστές πλάτους των διαφόρων κυμάτων χωρίς όμως να επιλυθεί το σύστημα των εξισώσεων.

(δ) [8%] Για τα επόμενα ερωτήματα δίδεται ότι το πάχος $d = m (\lambda_0 / 2n_2)$, όπου m ακέραιος, λ_0 το μήκος κύματος στο κενό, και n_2 ο δείκτης διάθλασης του υλικού με επιτρεπτότητα ϵ_2 ($n_2 = \sqrt{\epsilon_2} / \sqrt{\epsilon_0}$). Να προσδιορισθεί πλήρως ο φασιθέτης και η στιγμιαία έκφραση της επιφανειακής πυκνότητας ρεύματος που επάγεται πάνω στην επιφάνεια του τέλειου αγωγού ($z = d$) σαν συνάρτηση των δεδομένων του προβλήματος.

(ε) [7%] Να προσδιορισθεί η στιγμιαία δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας πάνω στο επίπεδο $z = d$ του τέλειου αγωγού. Επίσης να βρεθεί και ο χρονικός μέσος όρος αυτής της δύναμης ανά μονάδα επιφάνειας.

