ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΟΠΤΙΚΗΣ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Καθ. Η. Ν. Γλύτσης, Τηλ.: 210-7722479 - *e-mail:* eglytsis@central.ntua.gr - *www:* http://users.ntua.gr/eglytsis/

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ Α --Τμήμα Ρ-Ω (Καθ. Η. Ν. Γλύτσης)

6 Ιουλίου, 2017

Ονοματεπώνυμο:____

Θέμα 1 [36%]:

Αυτό το θέμα αποτελείται από 6 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Σε κάθε ερώτηση επιλέξετε μια ή καμιά απάντηση (βάζοντας ένα X στο αντίστοιχο κουτάκι). Κάθε σωστή απάντηση μετρά **+6%**, ενώ κάθε λάθος απάντηση μετρά **–2%** (αρνητικά, δηλαδή 3 λάθος απαντήσεις αναιρούν μια σωστή). Αν δεν απαντήσετε σε κάποια ερώτηση μετρά **0%**. Γι' αυτό συνίσταται να μην απαντάτε στις ερωτήσεις τυχαία. Φυσικά ο συνολικός βαθμός αυτού του θέματος δεν μπορεί να είναι αρνητικός. **Οι απαντήσεις σας θα πρέπει να είναι σημειωμένες πάνω στα θέματα που επιστρέφονται** (μην ξεχάσετε να αναγράψετε το όνομά σας). Δεν ζητείται καμιά δικαιολόγηση της κάθε απάντησή σας.

ΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΔΕΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΟΝΤΑΙ

Παραδείγματα Υπάρχουν στην Ιστοσελίδα του Μαθήματος

http://users.ntua.gr/eglytsis/EM_Fields_A.htm

Θέμα 2 [30%]:

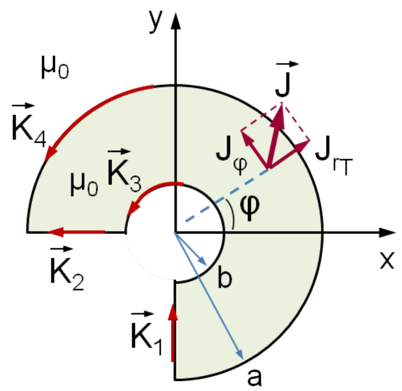
Το κάτωθι σχήμα δείχνει τη διατομή μιας διάταξης με άπειρο μήκος κατά τον άξονα *z*. Όλος ο χώρος είναι μη μαγνητικός δηλαδή υπάρχει παντού διαπερατότητα μ_0. Στη διάταξη αυτή, σε μόνιμη κατάσταση ($\partial/\partial t = 0$) ροή ρεύματος είναι δυνατό να υπάρχει μόνο: (1) Στην περιοχή $b < r_T < a$, $-\pi/2 < \varphi < \pi$, ως χωρική πυκνότητα $\vec{J} = \hat{\imath}_{r_T} J_T(r_T, \varphi) + \hat{\imath}_\varphi J_0(a^2/r_T^2)\sin\varphi$, όπου J_0 είναι σταθερή ποσότητα, (2) στα επίπεδα όρια $b < r_T < a$, $\varphi = -\pi/2$ και $b < r_T < a$, $\varphi = \pi$, ως επιφανειακές πυκνότητες $\vec{K}_1 = \hat{\imath}_{r_T} K_1(r_T)$ και $\vec{K}_2 = \hat{\imath}_{r_T} K_2(r_T)$, αντίστοιχα. (3) στις κυλινδρικές επιφάνειες $r_T = a$ και $r_T = b$, ως επιφανειακές πυκνότητες $\vec{K}_3 = \hat{\imath}_\varphi K_3(\varphi)$ και $\vec{K}_4 = \hat{\imath}_\varphi K_0 \sin\varphi$ για $-\pi/2 < \varphi < \pi$ αντίστοιχα.

(α) [9%] Υπολογίστε τις επιφανειακές πυκνότητες ρεύματος $K_1(r_T)$, $K_2(r_T)$, $K_3(\varphi)$ και την χωρική συνιστώσα $J_T(r_T, \varphi)$.

(β) [7%] Να υπολογιστεί παντού το μαγνητικό πεδίο.

(γ) [6%] Να βρεθεί η μαγνητική ενέργεια ανά μονάδα μήκους στην διεύθυνση z που είναι αποθηκευμένη στην διάταξη.

(δ) [8%] Να βρεθεί η πίεση που ασκείται (δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας) στην επιφάνεια $\varphi = -\pi/2$, $b < r_T < a$, με χρήση της δύναμης *Lorentz* και με χρήση των *ηλεκτρομαγνητικών πιέσεων*.



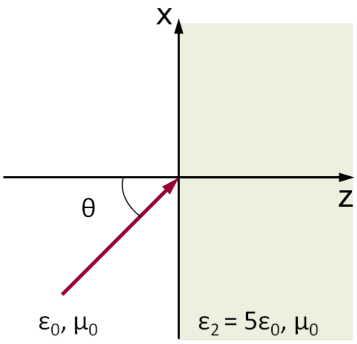
Θέμα 3 [34%]:

Ένα επίπεδο κύμα (με μήκος κύματος στο κενό λ_0 =1.0μm), προσπίπτει υπό γωνία Brewster (για μη μαγνητικά υλικά) θ πάνω σε επίπεδο διηλεκτρικό με επιτρεπτότητα $\varepsilon_2=5\varepsilon_0$ και διαπερατότητα $\mu_2=\mu_0$ όπως φαίνεται στο κάτωθι σχήμα. Η ταχύτητα του φωτός στο κενό είναι $c \approx 3 \times 10^8$ m/s. Το επίπεδο κύμα αρχικά διαδίδεται στην περιοχή με επιτρεπτότητα ε_0 και διαπερατότητα μ_0. Ο φασιθέτης της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου του κύματος δίδεται από την σχέση:

$$\vec{E} = [2\cos\theta\,\hat{i}_x - j3\hat{i}_y - 2\sin\theta\,\hat{i}_z]\exp(-j\vec{k}\cdot\vec{r}), \quad (\text{σε V/m})$$

όπου $\vec{k}$ το κυματοδιάνυσμα, και $\vec{r}$ το διάνυσμα θέσης.

(α) [2%] Να προσδιορισθεί το κυματοδιάνυσμα $\vec{k}$ στο σύστημα αναφοράς *xyz* του σχήματος. Να υποθέσετε ότι το κυματοδιάνυσμα δεν έχει *y*-συνιστώσα.
(β) [12%] Να προσδιορισθούν οι φασιθέτες της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου τόσο του ανακλωμένου όσο και του διαδιδομένου επιπέδου κύματος. Οι φασιθέτες να εκφρασθούν στο σύστημα αναφοράς *xyz* του σχήματος.
(γ) [6%] Να προσδιορισθεί ο φασιθέτης του ολικού μαγνητικού πεδίου στην περιοχή $z < 0$. ($Z_0 \approx 377\Omega$)
(δ) [8%] Να προσδιοριστεί η πόλωση του προσπίπτοντος, του ανακλώμενου, και του διαδιδόμενου κύματος. Εξηγήστε την απάντησή σας με σαφήνεια για να πιστωθείτε τους βαθμούς του ερωτήματος.
(ε) [6%] Να βρεθούν τα ποσοστά της ανακλώμενης και διαδιδόμενης ισχύος.



Εξισώσεις Fresnel

$$r_{TE} = r_{\perp} = \frac{E_r}{E_i} = \frac{Z_2\cos\theta_1 - Z_1\cos\theta_2}{Z_2\cos\theta_1 + Z_1\cos\theta_2}$$

$$t_{TE} = t_{\perp} = \frac{E_t}{E_i} = \frac{2Z_2\cos\theta_1}{Z_2\cos\theta_1 + Z_1\cos\theta_2}$$

$$r_{TM} = r_{\parallel} = \frac{E_r}{E_i} = \frac{Z_1\cos\theta_1 - Z_2\cos\theta_2}{Z_1\cos\theta_1 + Z_2\cos\theta_2}$$

$$t_{TM} = t_{\parallel} = \frac{E_t}{E_i} = \frac{2Z_2\cos\theta_1}{Z_1\cos\theta_1 + Z_2\cos\theta_2}$$