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 Ρ-Ω (Καθ. Η. Ν. Γλύτσης)

29 Ιουνίου, 2015

Ονοματεπώνυμο:____

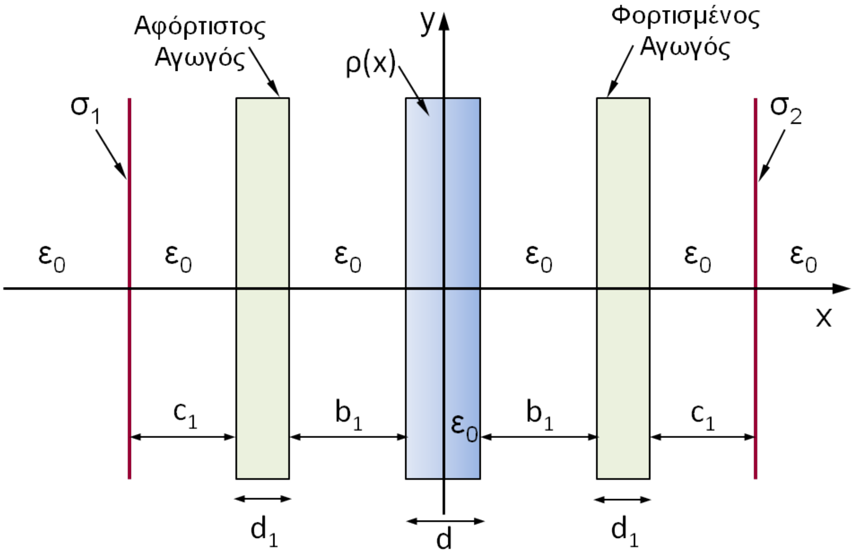
Θέμα 1 [30%]:

Δίδεται το κάτωθι σύστημα απέραντων κατανομών (ως προς το επίπεδο *yz*). Ο χώρος έχει παντού επιτρεπτότητα ε_0. Η αριστερή αγώγιμη πλάκα είναι αφόρτιστη ενώ η δεξιά αγώγιμη πλάκα είναι φορτισμένη με φορτίο ανά επιφάνεια q (σε C/m^2). Η κεντρική πλάκα έχει χωρικό φορτίο $\rho(x) = \rho_0 \cos(\pi x/d)$ (όπου ρ_0 γνωστή σταθερά). Επίσης υπάρχουν αριστερά και δεξιά οι επιφανειακές πυκνότητες φορτίου σ_1 και σ_2 αντίστοιχα.

(α) [10%] Να βρεθούν οι επαγόμενες επιφανειακές πυκνότητες φορτίου πάνω στις επιφάνειες των αγώγιμων πλακών.

(β) [10%] Να βρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο στο τυχαίο σημείο *x* μέσα στην κεντρική χωρικά-φορτισμένη πλάκα. Ποιά συνθήκη πρέπει να ικανοποιείται ώστε το ηλεκτρικό πεδίο να είναι μηδενικό στο $\pm\infty$;

(γ) [10%] Να βρεθεί η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας πάνω στην κεντρική φορτισμένη πλάκα τόσο με χρήση της δύναμης Lorentz όσο και με χρήση των ηλεκτρομαγνητικών πιέσεων.



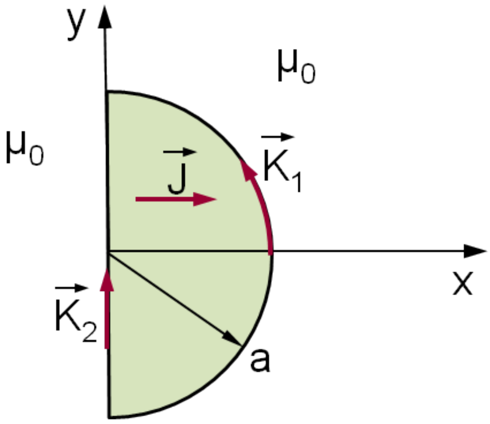
Θέμα 2 [30%]:

Στην ημικυλινδρική περιοχή $r_T < a$, $-\pi/2 < \varphi < \pi/2$ (με άπειρο μήκος στην *z* διεύθυνση), υπάρχει χωρική πυκνότητα ηλεκτρικού ρεύματος $\vec{J} = +\mathbf{i_x}\, J_0$, όπου J_0 είναι γνωστή σταθερά. Επίσης υπάρχουν και τα ακόλουθα (άγνωστα) επιφανειακά ηλεκτρικά ρεύματα: (1) $\vec{K}_1 = \mathbf{i}_\varphi\, K_1(\varphi)$, στην ημικυλινδρική επιφάνεια $r_T = a$, $-\pi/2 < \varphi < \pi/2$, με $K_1(\varphi = 0) = J_0 a$ και (2) $\vec{K}_2 = \mathbf{i_y}\, K_2(y)$, στην επίπεδη επιφάνεια $|y| \le a$. Άλλα ρεύματα δεν υπάρχουν, ούτε υπάρχουν πουθενά ηλεκτρικά φορτία. Όλος ο χώρος έχει διαπερατότητα μ_0.

(α) [10%] Υπολογίστε τις επιφανειακές πυκνότητες ρεύματος $K_1(\varphi)$ και $K_2(y)$ χρησιμοποιώντας κατάλληλα τον **νόμο διατήρησης φορτίου**.

(β) [10%] Να υπολογιστεί παντού το μαγνητικό πεδίο. Μετά να υπολογιστούν και πάλι οι άγνωστες ρευματικές κατανομές χρησιμοποιώντας μόνο το μαγνητικό πεδίο.

(γ) [10%] Να βρεθεί η πίεση που ασκείται (δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας) στην ημικυλινδρική επιφάνεια $r_T = a$, $-\pi/2 < \varphi < \pi/2$ με χρήση της δύναμης Lorentz και με χρήση των ηλεκτρομαγνητικών πιέσεων.



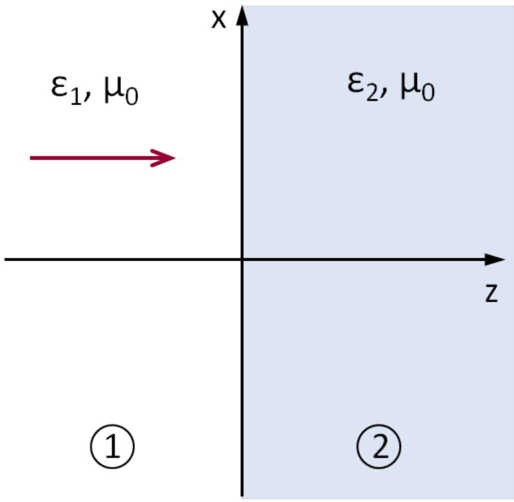
Θέμα 3 [40%]:

Ένα επίπεδο κύμα με φασιθέτη ηλεκτρικού πεδίου, $\vec{E}_i = E_0(\hat{i}_x - j\hat{i}_y)\exp(-jk_1 z)$, διαδίδεται σε διηλεκτρικό υλικό (μη μαγνητικό) με επιτρεπτότητα ε_1 κατά την διεύθυνση του θετικού άξονα z και προσπίπτει σε ένα άλλο διηλεκτρικό υλικό (μη μαγνητικό) με επιτρεπτότητα ε_2 όπως φαίνεται στο κάτωθι σχήμα. E_0 είναι σταθερά, k_1 ο κυματαριθμός στο υλικό 1. Η διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ των δύο διηλεκτρικών είναι το επίπεδο $z = 0$. Η συχνότητα του κύματος είναι ω.

(α) [15%] Να προσδιοριστούν πλήρως το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο του ανακλώμενου και του διαδιδόμενου κύματος. Να προσδιοριστεί η πόλωση τόσο του προσπίπτοντος όσο και του ανακλωμένου και του διαδιδόμενου κύματος.

(β) [5%] Να προσδιοριστεί ο χρονικός μέσος όρος του διανύσματος Poynting τόσο στην περιοχή 1 όσο και στην 2. Αν $\varepsilon_1=\varepsilon_0 = 8.854\times10^{-12}$ F/m, και $\varepsilon_2= 4\varepsilon_0$ να βρεθεί το ποσοστό της ανακλώμενης και της διαδιδόμενης ισχύος.

(δ) [20%] Να προσδιορισθεί η στιγμιαία δύναμη ανά μονάδα επιφανείας πάνω στο επίπεδο $z = 0$ μεταξύ των δύο διηλεκτρικών (χρησιμοποιήσετε τις ηλεκτρομαγνητικές πιέσεις). Επίσης να βρεθεί και ο χρονικός μέσος όρος αυτής της δύναμης ανά μονάδα επιφανείας. Να βρεθεί αριθμητικά η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας αν $\varepsilon_1=\varepsilon_0 = 8.854\times10^{-12}$ F/m, $\varepsilon_2= 4\varepsilon_0$, και $E_0 = 1.0$V/m.



Εξισώσεις Fresnel

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

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

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

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