



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) 10 Σεπτεμβρίου 2008

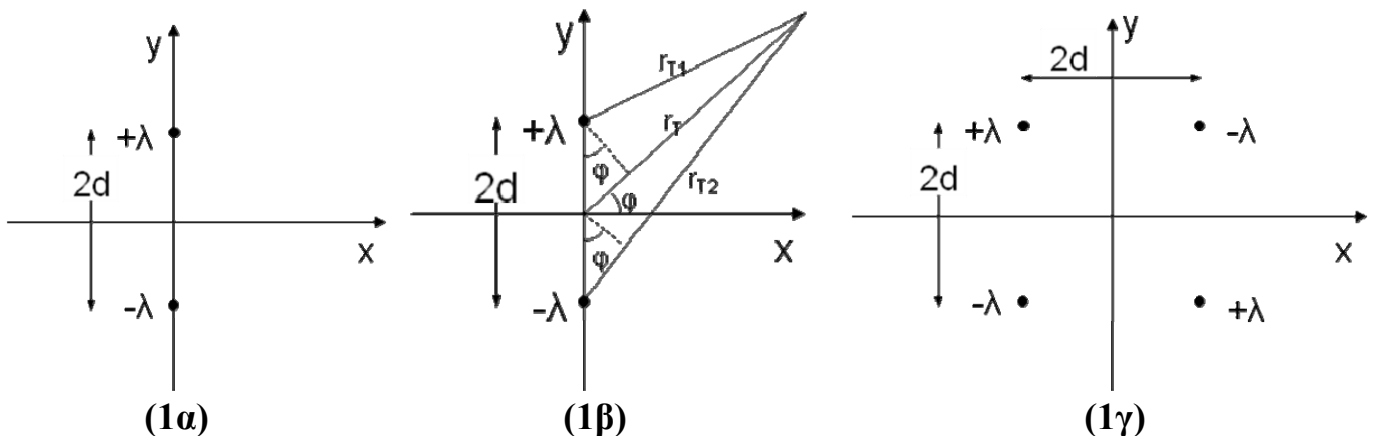
Θέμα 1 [35%]:

Δύο άπειρα γραμμικά φορτία με σταθερές γραμμικές πυκνότητες φορτίου $+\lambda$ και $-\lambda$ τοποθετούνται στις θέσεις $y = d$ και $y = -d$ παράλληλα προς τον άξονα z όπως φαίνεται στο σχήμα (1α). Ο χώρος έχει παντού επιτρεπτότητα ϵ_0 .

(α) [15%] Να εκφράσετε το ηλεκτρικό πεδίο στο τυχαίο σημείο του χώρου (x, y) σαν συνάρτηση των x, y , και των παραμέτρων του προβλήματος. Να εκφραστούν ξεχωριστά οι συνιστώσες του πεδίου.

(β) [10%] Να προσδιορισθεί το ηλεκτρικό πεδίο σε μακρινή απόσταση από το σύστημα των δύο γραμμικών φορτίων. Δηλαδή όταν $r_T \gg d$ (χρησιμοποιήσατε το σχήμα (1β) όπου κατά προσέγγιση οι γωνίες ϕ θεωρούνται ίσες). Σε αυτή την περίπτωση να χρησιμοποιήσετε και την προσέγγιση $(1 \pm X)^{-2} \approx 1 \mp 2X$ όταν $|X| \ll 1$. Να βρεθεί επίσης το ηλεκτρικό πεδίο στις ειδικές διευθύνσεις, κατά μήκος των αξόνων x, y , και στην διευθύνσεις των ευθειών $y = \pm x$.

(γ) [10%] Τώρα ένα άλλο ζεύγος γραμμικών φορτίων με ίσες και αντίθετες γραμμικές πυκνότητες τοποθετείται σε απόσταση $2d$ όπως φαίνεται στο σχήμα (1γ). Να βρεθεί και πάλι το ηλεκτρικό πεδίο σε μακρινή απόσταση από το σύστημα των γραμμικών φορτίων. Σε αυτή την περίπτωση απλώς χρησιμοποιήσατε κατάλληλα το αποτέλεσμα του ερωτήματος (β) κάνοντας παρόμοιες υποθέσεις. Να βρεθεί επίσης το ηλεκτρικό πεδίο στις ειδικές διευθύνσεις, κατά μήκος των αξόνων x, y , και στην διευθύνσεις των ευθειών $y = \pm x$.



Θέμα 2 [30%]:

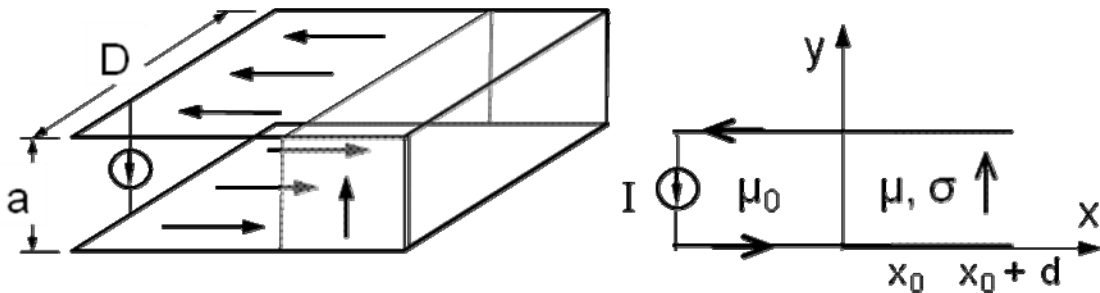
Μια συνεχής πηγή ρεύματος I συνδέεται μεταξύ των δύο τέλειων αγωγικών πλακών που βρίσκονται σε απόσταση a στο $y = 0$ και $y = a$ αντίστοιχα όπως φαίνεται στο κάτωθι σχήμα. Μεταξύ των πλακών υπάρχει ένα αγωγικό κομμάτι υλικού πλάτους d , μήκους D , και ύψους a , με διαπερατότητα μ και ειδική αγωγιμότητα σ (σκιασμένες επιφάνειες στο σχήμα). Το ρεύμα κυκλοφορεί ομοιόμορφα στις δύο αγωγικές πλάκες, δηλαδή η επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος στις δύο πλάκες είναι σταθερή (με εξαίρεση τις περιοχές σε επαφή με το αγωγικό υλικό). Κατ' αυτόν τον τρόπο κλείνει το κύκλωμα για το συνεχές ρεύμα.

Αμελήστε όλα τα φαινόμενα των άκρων ($D \gg a, x_0 + d$). Το κέντρο των αξόνων είναι στο μέσο (ως προς x) των πλακών.

(α) [10%] Να προσδιορισθεί το μαγνητικό πεδίο στον αέρα (διαπερατότητα μ_0) στο χώρο μεταξύ των πλακών. Να υποθέσετε ότι το μαγνητικό πεδίο είναι ομοιόμορφο στον αέρα μεταξύ των πλακών.

(β) [10%] Να προσδιορισθεί η εξίσωση που πρέπει να ικανοποιεί το μαγνητικό πεδίο μέσα στο χώρο του αγώγιμου υλικού (δηλαδή για $x_0 < x < x_0 + d$). (Χρησιμοποιήστε τις εξισώσεις Maxwell)

(γ) [10%] Να προσδιορισθούν το μαγνητικό πεδίο, η χωρική πυκνότητα ρεύματος, και το ηλεκτρικό πεδίο μέσα στο αγώγιμο υλικό. Να υποθέσετε (λόγω του ότι αμελούνται τα φαινόμενα των άκρων) ότι όλα τα πεδία θα εξαρτώνται μόνο από το x ($x_0 + d \gg a$). Επίσης να υπολογισθεί και η επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος στα τμήματα των πλακών που είναι σε επαφή με το αγώγιμο υλικό.



Θέμα 3 [35%]:

Ένα επίπεδο κύμα με φασιθέτη ηλεκτρικού πεδίου, $\vec{E}_i = E_0 (\hat{i}_x - j\hat{i}_y) \exp(-jk_0 z)$, διαδίδεται στον αέρα κατά την διεύθυνση του θετικού άξονα z και προσπίπτει σε ένα τέλειο αγωγό όπως φαίνεται στο κάτωθι σχήμα. E_0 είναι σταθερά, k_0 ο κυματαριθμός στον αέρα που έχει επιτρεπτότητα ϵ_0 και διαπερατότητα μ_0 . Η διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ του αέρα και του τέλειου αγωγού είναι το επίπεδο $z = 0$. Η συχνότητα του κύματος είναι ω .

(α) [18%] Να προσδιορισθεί πλήρως το ανακλώμενο κύμα καθώς και η πόλωση τόσο του προσπίπτοντος όσο και του ανακλωμένου από τον τέλειο αγωγό κύματος.

(β) [5%] Να προσδιορισθεί η στιγμιαία έκφραση του ολικού ηλεκτρικού πεδίου στο αέρα ($z < 0$).

(γ) [5%] Να προσδιορισθεί η στιγμιαία επαγόμενη επιφανειακή πυκνότητα ρεύματος πάνω στη διαχωριστική επιφάνεια.

(δ) [7%] Να προσδιορισθεί η στιγμιαία δύναμη ανά μονάδα επιφανείας πάνω στο επίπεδο $z = 0$ του τέλειου αγωγού. Επίσης να βρεθεί και ο χρονικός μέσος όρος αυτής της δύναμης ανά μονάδα επιφανείας.

