



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

**31 Αυγούστου, 2017**

**Όνοματεπώνυμο:** \_\_\_\_\_

### 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](http://users.ntua.gr/eglytsis/EM_Fields_A.htm)

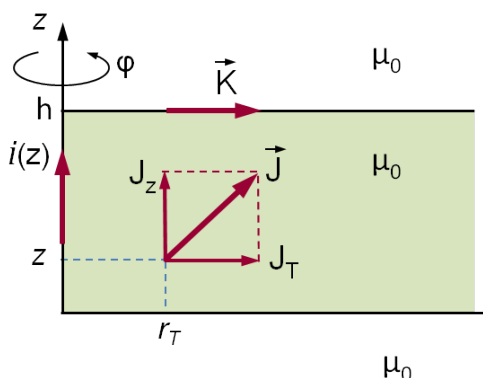
### Θέμα 2 [30%]:

Στο σχήμα παρουσιάζεται η τομή (σε κάποιο ημιεπίπεδο  $\varphi = \text{σταθ.}$ ) μίας διάταξης εκ περιστροφής ως προς τον άξονα  $z$ . Οι μόνες ροές ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί να υπάρχουν, είναι οι εξής: (1) η χωρική πυκνότητα ρεύματος  $\vec{J} = \hat{i}_{r_T} J_0 \frac{a^3}{r_T(r_T^2 + a^2)} + \hat{i}_z J_z(r_T, z)$ , στην περιοχή  $0 < z < h$ , και  $r_T > 0$ , όπου  $J_0$  και  $a$  είναι γνωστές σταθερές. (2) Η άγνωστη επιφανειακή πυκνότητα  $\vec{K} = \hat{i}_{r_T} K(r_T)$  στο επίπεδο  $z = h$ . (3) Το άγνωστο νηματοειδές ρεύμα  $i(z)$  στο ευθύγραμμο τμήμα  $0 < z < h$  του άξονα  $r_T = 0$ . Ο χώρος έχει παντού μαγνητική διαπερατότητα  $\mu_0$ .

(α) [10%] Να βρεθούν οι άγνωστες κατανομές  $J_z(r_T, z)$ ,  $K(r_T)$  και  $i(z)$ .

(β) [10%] Να βρεθεί το μαγνητικό πεδίο παντού στον χώρο. Μετά να υπολογιστούν και πάλι οι όλες οι ρευματικές κατανομές χρησιμοποιώντας μόνο το μαγνητικό πεδίο.

(γ) [10%] Να βρεθεί η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας που ασκείται στο επίπεδο  $z = h$  τόσο με την χρήση της δύναμης Lorentz όσο και με τις ηλεκτρομαγνητικές πιέσεις.



Διδιάστατη απόκλιση  $\nabla \cdot \mathbf{K}$  εφαπτομενικού διανύσματος  $\mathbf{K} = i_1 K_1(s_1, s_2) + i_2 K_2(s_1, s_2)$

Καρτεσιανές	Κυλινδρικές	Σφαιρικές
Επίπεδο $x = \text{σταθ.}$ : $\frac{\partial}{\partial y} K_y + \frac{\partial}{\partial z} K_z$	Κύλινδρος $r_T = \text{σταθ.} = a$ : $\frac{1}{a} \frac{\partial}{\partial \varphi} K_\varphi + \frac{\partial}{\partial z} K_z$	Σφαίρα $r = \text{σταθ.} = a$ : $\frac{1}{a \sin \theta} \left( \frac{\partial}{\partial \theta} (K_\theta \sin \theta) + \frac{\partial}{\partial \varphi} K_\varphi \right)$
Επίπεδο $y = \text{σταθ.}$ : $\frac{\partial}{\partial z} K_z + \frac{\partial}{\partial x} K_x$	Ημιεπίπεδο $\varphi = \text{σταθ.}$ : $\frac{\partial}{\partial z} K_z + \frac{\partial}{\partial r_T} K_T$	Κώνος $\theta = \text{σταθ.} = \theta_0$ : $\frac{1}{r \sin \theta_0} \frac{\partial}{\partial \varphi} K_\varphi + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r K_r)$
Επίπεδο $z = \text{σταθ.}$ : $\frac{\partial}{\partial x} K_x + \frac{\partial}{\partial y} K_y$	Επίπεδο $z = \text{σταθ.}$ : $\frac{1}{r_T} \left( \frac{\partial}{\partial r_T} (r_T K_T) + \frac{\partial}{\partial \varphi} K_\varphi \right)$	Ημιεπίπεδο $\varphi = \text{σταθ.}$ : $\frac{1}{r} \left( \frac{\partial}{\partial r} (r K_r) + \frac{\partial}{\partial \theta} K_\theta \right)$

### Θέμα 3 [34%]:

Ένα επίπεδο κύμα με μήκος κύματος στο κενό  $\lambda_0$  προσπίπτει κάθετα πάνω σε επίπεδο μη μαγνητικό επιστρώμα διηλεκτρικού επιτρεπτότητας  $\epsilon$  και πάχους  $d$  που βρίσκεται σε επαφή με ημι-άπειρη διηλεκτρική περιοχή. Η αριστερή ημι-άπειρη περιοχή αποτελείται από διηλεκτρικό υλικό με  $\epsilon_1$  και  $\mu_0$  ενώ η δεξιά ημι-άπειρη περιοχή αποτελείται από διηλεκτρικό με  $\epsilon_2$  και  $\mu_0$  όπως φαίνεται στο κάτωθι σχήμα. Ο φασιθέτης της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου του προσπίπτοντος κύματος έχει πλάτος  $E_0$  και το μοναδιαίο διάνυσμα της διεύθυνσης του ηλεκτρικού πεδίου είναι όπως φαίνεται στο σχήμα.

(α) [5%] Να προσδιορισθούν οι φασιθέτες της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου σε όλες τις περιοχές του προβλήματος. Το ηλεκτρικό πεδίο να εκφρασθεί σαν άθροισμα πλήρως ορισμένων επιπέδων κυμάτων με μόνους αγνώστους τους συντελεστές πλάτους των κυμάτων.

(β) [5%] Να προσδιορισθούν οι φασιθέτες της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε όλες τις περιοχές του προβλήματος. Το μαγνητικό πεδίο να εκφρασθεί σαν άθροισμα πλήρως ορισμένων επιπέδων κυμάτων με μόνους αγνώστους τους συντελεστές πλάτους των κυμάτων.

(γ) [16%] Να προσδιορισθούν οι εξισώσεις που καθορίζουν τους αγνώστους συντελεστές πλάτους των διαφόρων κυμάτων και να βρεθούν οι άγνωστοι συντελεστές.

(δ) [8%] Να βρεθούν η επιτρεπτότητα  $\epsilon$  και το πάχος  $d$  του επιστρώματος ώστε να μηδενιστεί η ανακλώμενη ισχύς στην αριστερή περιοχή.

