

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2015

Λύστε και τα 3 θέματα

B. Γιαννόπουλος, N. Τράκας

Διάρκεια εξέτασης: 2,5 ώρες

1. Δίνεται το ηλεκτρικό πεδίο $E = (z^2 + 2xy, x^2 + 2yz, y^2 + 2xz)$. Αφού ελέγξετε αν το πεδίο είναι ηλεκτροστατικό, βρείτε την συνάρτηση δυναμικού ως προς το σημείο (1,1,1). Ποιο είναι το έργο του πεδίου όταν μετακινεί φορτίο Q από το (0,0,0) στο (2,2,2) πάνω σε ευθεία γραμμή;

2. Λεπτοί ευθύγραμμοι αγωγοί απείρου μήκους βρίσκονται στους άξονες y και z του συστήματος συντεταγμένων $Oxyz$. Διαρρέονται αντίστοιχα από σταθερό ρεύμα I_2 και από χρονικά μεταβαλλόμενο $I_3(t)$ (βλ. σχ.). Αγωγίμο πλαίσιο μικρού εμβαδού Δa_1 κινείται με σταθερή ταχύτητα \vec{v} παράλληλα με τον άξονα των x κρατώντας το επίπεδό του πάντοτε στο επίπεδο (xy) . Άλλο πλαίσιο μικρού εμβαδού Δa_2 κινείται και αυτό με την ίδια ταχύτητα \vec{v} , κρατώντας το επίπεδό του πάντοτε στο επίπεδο (xz) . Η απόσταση και των δύο πλαισίων από τον άξονα y δίνεται από τη σχέση $r = r_0 + vt$. α) Ποια είναι η μαγνητική ροή που περνά από κάθε πλαίσιο ως συνάρτηση των ρευμάτων και της απόστασης r ; β) Αν $I_3(t=0) = I_{30}$, και θεωρώντας ότι $\Delta a_1 = \Delta a_2$ ποια πρέπει να είναι η συνάρτηση $I_3(t)$ ώστε η αναπτυσσόμενη τάση εξ' επαγωγής στα δύο πλαίσια να είναι η ίδια;

3. Στο κενό από φορτία και ρεύματα χώρο δίνεται το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο

$$\mathbf{E} = (E_1(x, y), E_2(x, y), 0) g(z - ct), \quad \mathbf{B} = (B_1(x, y), B_2(x, y), 0) g(z - ct)$$

Δείξτε ότι για κάθε συνάρτηση g οι δύο εξισώσεις του Maxwell

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}, \quad \nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t},$$

πληρούνται αν

$$B_2 = \sqrt{\mu_0 \epsilon_0} E_1, \quad B_1 = -\sqrt{\mu_0 \epsilon_0} E_2, \quad \frac{\partial B_1}{\partial y} = \frac{\partial B_2}{\partial x}, \quad \frac{\partial E_1}{\partial y} = \frac{\partial E_2}{\partial x}$$

ενώ οι άλλες δύο εξισώσεις πληρούνται με τις παραπάνω συνθήκες. Δείξτε τέλος ότι τα διανύσματα του ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου είναι κάθετα και ότι ισχύει $|\mathbf{B}| = \sqrt{\mu_0 \epsilon_0} |\mathbf{E}|$.

