



ΤΕΛΙΚΟ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΙ ΤΕΜΦΕ ΓΙΑ ΤΟ ΑΚΑΔΗΜ. ΕΤΟΣ 2001-2002

21 Σεπτεμβρίου 2002

Διάρκεια: 2½ ώρες

Διδάσκοντες: Σ. Παπαδόπουλος

Π. Πίσσης

Κ. Ράπτης

ΑΠΑΝΤΗΣΤΕ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΘΕΜΑΤΑ

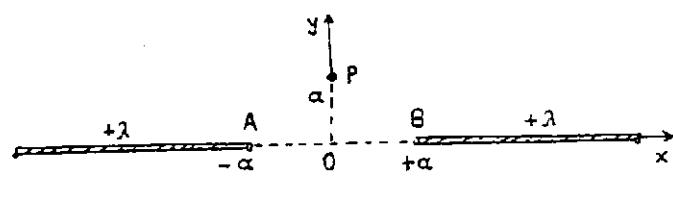
(Χωρίς τη χρήση συγγραμμάτων, βοηθημάτων ή σημειώσεων)

Θέμα 1ο: Θεωρείστε μια σφαιρική στατική κατανομή φορτίου με πυκνότητα (σε C/m^3):

$$\rho(r) = \rho_0 \left(1 - \frac{\alpha}{R} r\right) \quad (r \leq R)$$

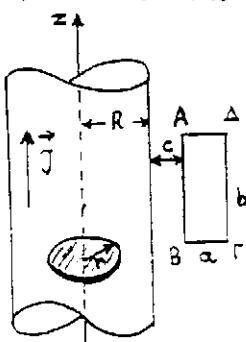
εντός σφαιρικής ακτίνας R με κέντρο την αρχή των αξόνων, όπου α θετική σταθερά. Για $r > R$, $\rho(r) = 0$. (α) Υπολογίστε την ένταση του πεδίου E για όλα τα σημεία του χώρου. Σχολιάστε την τιμή του πεδίου για $r = R$. (β) Υπολογίστε τη διαφορά δυναμικού ΔV μεταξύ του κέντρου της κατανομής και ενός σημείου σε πολύ μεγάλη (άπειρη) απόσταση από την κατανομή. (γ) Για ποιά τιμή της σταθεράς α μηδενίζεται η ένταση του πεδίου στην περιοχή $r > R$. Πόσο είναι σε αυτή την περίπτωση το συνολικό φορτίο της κατανομής. (δ) [Προαιρετικό] Αν τώρα υποτεθεί ότι $\alpha = 1$, προσδιορίστε την κατεύθυνση προς την οποία θα κινηθεί ένα φορτίο $+q$ που τοποθετείται στη θέση $(2R, 2R, 2R)$.

Θέμα 2ο: Δύο ημιαπείρου μήκους ευθύγραμμες γραμμικές κατανομές φορτίου ίδιας πυκνότητας $+λ$ (C/m) βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία και τα άκρα τους είναι σε απόσταση $2a$ όπως δείχνει το σχήμα. (α) Ποιά είναι η κατεύθυνση και (β) ποιό το μέτρο του πεδίου E σε ένα σημείο P που βρίσκεται στη μεσοκάθετο της AB και σε απόσταση a από αυτή. Σε περίπτωση που χρειαστεί, δίνεται το ολοκλήρωμα: $\int \frac{dx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{x}{a^2 \sqrt{x^2 + a^2}}$



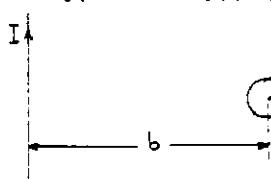
$$\int \frac{dx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{x}{a^2 \sqrt{x^2 + a^2}}$$

Θέμα 3ο: Συμπαγής κυλινδρικός αγωγός απείρου μήκους και ακτίνας R διαρρέεται από ρεύμα σταθερής



πυκνότητας $J = J_0 \hat{z}$ σε όλη τη διατομή του ($r \leq R$). Εκτός του αγωγού ($r > R$), το ρεύμα είναι μηδέν, δηλαδή $J = 0$. (α) Υπολογίστε την ένταση του ρεύματος I που περνά μέσα από ομόκεντρη κυκλική διατομή του κυλινδρού ακτίνας r . (β) Βρείτε την ένταση του μαγνητικού πεδίου B παντού στο χώρο, εντός και εκτός του αγωγού. (γ) Υπολογίστε τη μαγνητική ενέργεια U_b και την συντελεστή χ της μαγνητικής ενέργειας. (δ) Ένα ορθογώνιο μεταλλικό πλαίσιο $ABΓΔ$ με διαστάσεις a και b τοποθετείται πλησίον του κυλινδρικού αγωγού με την μεγάλη πλευρά του AB παράλληλη στον άξονα του κυλινδρού και σε απόσταση c από την επιφάνεια του κυλινδρού. Πόση είναι η συνολική μαγνητική ροή $Φ_b$ που περνά μέσα από το πλαίσιο; Αν το ρεύμα που διαρρέει τον κύλινδρο γίνει χρονικά μεταβαλλόμενο $J = J_0 \sin(\omega t)$, ποιά θα είναι η ηλεκτρεγερτική δύναμη που θα εμφανιστεί στο πλαίσιο; Ποιά θα είναι η φορά του εξ επαγωγής ρεύματος στο πλαίσιο;

Θέμα 4ο: Ευθύγραμμος λεπτός αγωγός απείρου μήκους διαρρέεται από ρεύμα $I = I_0(1+kt)$, όπου $k = \text{σταθ.} > 0$. Κυκλικός μεταλλικός βρόγχος ακτίνας a τοποθετείται συνεπίπεδα με τον αγωγό και σε απόσταση b απ' αυτόν.



Αν $a \ll b$ και θεωρήσουμε το μαγνητικό πεδίο B από το ρεύμα I χωρικά σταθερό σε όλη τη διατομή του βρόγχου, να υπολογιστούν: (α) το επαγώμενο ρεύμα I' στο βρόγχο αν η συνολική αντίσταση του είναι R και (β) το συνολικό πεδίο στο κέντρο του βρόγχου.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ !

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{P}{\epsilon_0}, \quad \nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \quad \nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}, \quad \vec{F} = q \vec{E} + q \vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{J}(\vec{r}, t) = p(\vec{r}, t) \vec{v}(\vec{r}, t), \quad \nabla \cdot \vec{J} + \frac{\partial P}{\partial t} = 0, \quad \Phi_E = \int_S \vec{E} \cdot d\vec{a}$$

$$\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V P dv, \quad V_a - V_b = \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}, \quad |\vec{E}| = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$I = \int_S \vec{J} \cdot d\vec{a}, \quad d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}, \quad d\vec{B} = \mu_0 I \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{4\pi r^2}$$

$$\Phi_B = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{a}, \quad U_E = \frac{\epsilon_0}{2} \int E^2 dv, \quad U_B = \frac{1}{2\mu_0} \int B^2 dv$$

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int_S \vec{J} \cdot d\vec{a}, \quad \mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}, \quad B_\epsilon = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$B_\beta = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

B_ϵ : Ένταση μαγν. πεδίου σε απόσταση r από 'εμβρ. αγωγή'

B_β : Ένταση μαγν. πεδίου στο κέντρο κυκλ. δρόμου ακτίνας R .