

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ II

Θέμα I. Ένα αγώγιμο άπειρο επίπεδο βρίσκεται σε δυναμικό μηδέν. Μία άπειρη ευθεία γραμμή με φορτίο λ ανά μονάδα μήκους είναι παράλληλη με το αγώγιμο επίπεδο και σε απόσταση d από αυτό ($\lambda > 0$).

- (α) Βρείτε το Ηλεκτρικό πεδίο E παντού στον χώρο.
(β) Χρησιμοποιώντας το ηλεκτρικό πεδίο βρείτε το δυναμικό V .
(γ) Βρείτε την επιφανειακή πυκνότητα φορτίου σ της αγώγιμης επιφάνειας.
(δ) Περιγράψτε την ισοδυναμική επιφάνεια με δυναμικό V_0 ($V_0 > 0$).
(Υπενθύμιση: η επιφάνεια με δυναμικό μηδέν για δύο ετερόσημα σημειακά φορτία είναι σφαιρική).

Θέμα II. Ένα άπειρο επίπεδο φύλλο αμελητέου πάχους έχει ομογενή επιφανειακή πυκνότητα φορτίου σ και φέρει κυκλική οπή ακτίνας R . (α) Βρείτε το δυναμικό στον άξονα της κυκλικής οπής. (β) Χρησιμοποιώντας το προηγούμενο αποτέλεσμα να βρείτε το δυναμικό και το ηλεκτρικό πεδίο σε κάθε σημείο του χώρου.

Θέμα III. (α) Δώστε τον ορισμό της χωρικής πυκνότητας ρ_Δ και της επιφανειακής πυκνότητας σ_Δ των δέσμιων φορτίων λόγω πόλωσης P .

(β) Ξεκινώντας από το δυναμικό ενός στοιχειώδους διπόλου p να εκφράσετε το δυναμικό της πολωμένης ύλης σαν συνάρτηση των δέσμιων φορτίων ρ_Δ και σ_Δ .

Δίνεται το δυναμικό ενός στοιχειώδους διπόλου, $V_{\text{διπολου}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\hat{R} \cdot \vec{p}}{R^2}$ σε απόσταση R

από το στοιχειώδες δίπολο p .

(γ) Αποδείξτε ότι το συνολικό δέσμιο φορτίο είναι μηδέν.

Θέμα IV. Κυλινδρικός αγωγός ακτίνας a και απείρου μήκους διαρρέεται από ρεύμα,

με πυκνότητα ρεύματος $\vec{J} = \frac{2I_0}{\pi a^2} \left(1 - \frac{r^2}{a^2}\right) \hat{z}$. Ο άξονας των z συμπίπτει με τον άξονα

του αγωγού. (α) Βρείτε το συνολικό ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό. (β) Βρείτε το μαγνητικό πεδίο στον χώρο. (γ) Βρείτε το διανυσματικό δυναμικό.

Μερικές χρήσιμες σχέσεις: $\nabla' \left(\frac{1}{|\vec{r} - \vec{r}'|} \right) = \frac{\vec{r} - \vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3}$

$$V(r, \theta) = \sum_{l=0}^{\infty} \left(A_l r^l + \frac{B_l}{r^{l+1}} \right) P_l(\cos \theta), \quad P_l(1) = 1$$

$$(1 + \epsilon)^n = 1 + n\epsilon + \frac{n(n-1)}{2!} \epsilon^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!} \epsilon^3 + \dots$$

Διάρκεια εξέτασης 2 ½ ώρες. Με κλειστά βιβλία.