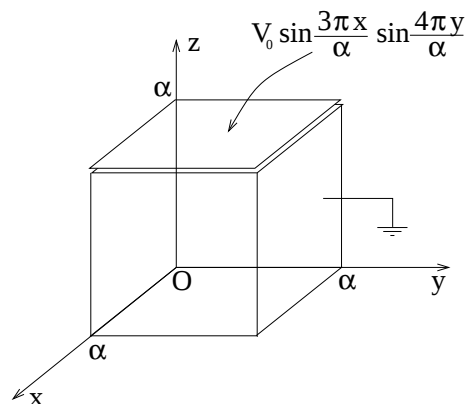




Θέμα 1^ο:

Κυβικό μεταλλικό κιβώτιο ακμής a γειώνεται, ενώ το καπάκι του από μονωτικό υλικό φορτίζεται σε δυναμικό $V_0 \sin \frac{3\pi x}{a} \sin \frac{4\pi y}{a}$. Να βρεθεί το δυναμικό $V(x, y, z)$ εντός του κιβωτίου ($0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq a, 0 \leq z \leq a$).



Θέμα 2^ο:

Ομοιόμορφα πολωμένη σφαίρα ακτίνας a και πόλωσης $\mathbf{P} = P_0 \hat{z}$, έχει το κέντρο της στην αρχή των αξόνων. Το ηλεκτροστατικό δυναμικό $V_0(r, \theta)$ που δημιουργεί είναι

$$V_0(r, \theta) = \begin{cases} \frac{P_0}{3\epsilon_0} r \cos \theta, & r \leq a \\ \frac{P_0}{3\epsilon_0} \frac{a^3}{r^2} \cos \theta, & r \geq a. \end{cases}$$

Η σφαίρα τοποθετείται εντός ομόκεντρου αγωγίμου λεπτού φλοιού ακτίνας b ($b > a$), ο οποίος γειώνεται. Θεωρείστε ότι το νέο δυναμικό είναι $V_1(r, \theta) = V_0(r, \theta) + A_1 r \cos \theta$. Προσδιορίστε το συντελεστή A_1 και δώστε τη φυσική ερμηνεία του νέου όρου στο δυναμικό.

Θέμα 3^ο:

Το διανυσματικό δυναμικό για το μαγνητικό πεδίο κυκλικού ρευματοφόρου βρόχου, ακτίνας R και έντασης I , έχει μία μόνο συνιστώσα σε σφαιρικές συντεταγμένες, την $A_\phi(r, \theta)$, που για $r > R$ δίνεται από το πλειονοπολικό ανάπτυγμα

$$A_\phi(r, \theta) = \frac{\mu_0 I R}{4\pi r} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{R}{r}\right)^n \int_0^{2\pi} P_n(\sin \theta \sin \phi') \sin \phi' d\phi'.$$

Υπολογίστε τους τρεις πρώτους όρους $n = 0, n = 1, n = 2$ και δείξτε ότι ο μονοπολικός και τετραπολικός όρος μηδενίζονται, ενώ ο διπολικός όρος είναι

$$[\mathbf{A}(r, \theta)]_{n=1} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\mathbf{m} \times \mathbf{r}}{r^3}, \text{ όπου } \mathbf{m} = I\pi R^2 \hat{z}.$$

Δίνονται $P_0(u) = 1, P_1(u) = u, P_2(u) = \frac{1}{2}(3u^2 - 1)$.

Θέμα 4^ο:

Σωληνοειδές ακτίνας R , απείρου μήκους, με N σπείρες ανά μήκος, διαρρέεται από ρεύμα I . Στο εσωτερικό του, από τον άξονά του μέχρι την κυλινδρική απόσταση R_1 , τοποθετούμε γραμμικό μαγνητικό υλικό κυλινδρικού σχήματος, με μαγνητική διαπερατότητα μ_1 . Από την ακτίνα R_1 ως την ακτίνα R_2 , όπου $R_1 < R_2 < R$, τοποθετούμε γραμμικό μαγνητικό υλικό σχήματος κυλινδρικού φλοιού (με εσωτερική ακτίνα R_1 και εξωτερική ακτίνα R_2), με μαγνητική διαπερατότητα μ_2 .

(α) Να βρεθεί το πεδίο $\mathbf{H}$ σε όλο το χώρο.

(β) Να βρεθεί το μαγνητικό πεδίο σε όλο το χώρο.