

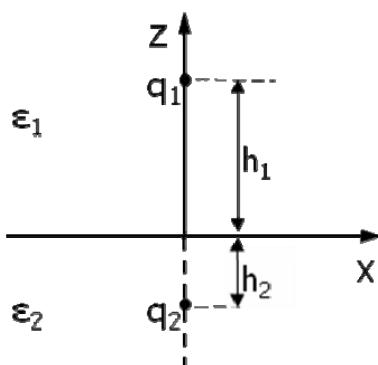


ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ Β --Τμήμα Ε-Λ (Καθ. Η. Ν. Γλύτσης)
27 Ιανουαρίου 2010

Θέμα 1 [30%]:

Δύο σημειακά σταθερά ηλεκτρικά φορτία q_1 και q_2 βρίσκονται πάνω στον άξονα z σε αποστάσεις h_1 και h_2 από το επίπεδο xy στο σύστημα συντεταγμένων του κάτωθι σχήματος. Η περιοχή $z > 0$ αποτελείται από διηλεκτρικό υλικό επιτρεπτότητας ϵ_1 και η περιοχή $z < 0$ αποτελείται από διηλεκτρικό υλικό επιτρεπτότητας ϵ_2 .

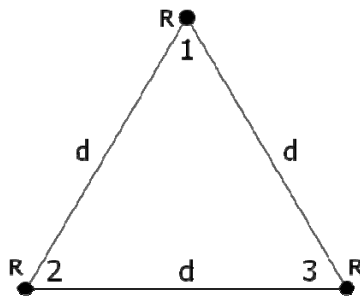
- (α) [10%] Να βρεθεί το ηλεκτρικό δυναμικό για το τυχαίο σημείο (x,y,z) του χώρου με αναφορά στο άπειρο.
(β) [10%] Να βρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο για το τυχαίο σημείο (x,y,z) του χώρου.
(γ) [5%] Να βρεθεί ο λόγος q_1/q_2 ώστε το ηλεκτρικό πεδίο να μηδενίζεται στην αρχή των αξόνων $(0,0,0)$.
(δ) [5%] Να βρεθεί η δύναμη που ασκείται στο φορτίο q_1 .



Θέμα 2 [20%]:

Τρεις όμοιες αγωγικές σφαίρες ακτίνας R βρίσκονται στις κορυφές ενός ισόπλευρου τριγώνου πλευράς d (όπου $d \gg R$). Ο χώρος έχει παντού επιτρεπτότητα ϵ_0 .

- (α) [10 %] Να βρεθούν οι συντελεστές δυναμικού του συστήματος των τριών σφαιρών.
(β) [10%] Αρχικά οι σφαίρες φορτίζονται με φορτίο Q η κάθε μια. Κατόπιν οι σφαίρες γειώνονται διαδοχικά η κάθε μια χωριστά. Δηλαδή γειώνεται με κάποιο καλώδιο αρχικά μόνο η πρώτη σφαίρα και μετά τα όποια μεταβατικά φαινόμενα αποσυνδέεται. Μετά, παρόμοια, γειώνεται η δεύτερη μόνο σφαίρα και μετά αποσυνδέεται. Και τελικά, γειώνεται και η τρίτη σφαίρα και μετά αποσυνδέεται. Ποια θα είναι τα φορτία των σφαιρών μετά από αυτή την διαδικασία.



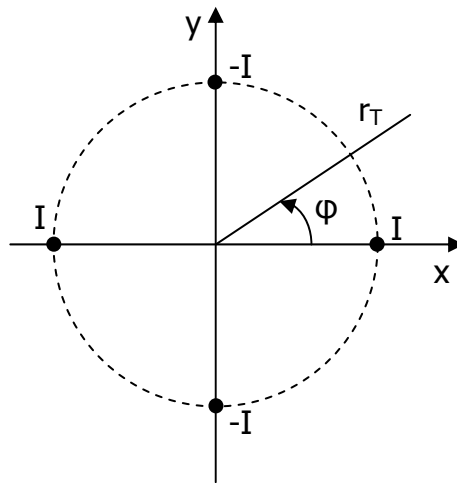
Θέμα 3 [25%]:

Τέσσερις ευθύγραμμοι νηματοειδείς αγωγοί μεταφέρουν σταθερά ρεύματα I και $-I$. Οι αγωγοί είναι παράλληλοι προς τον άξονα των z και βρίσκονται στην περιφέρεια κύκλου ακτίνας a όπως φαίνεται στο κάτωθι σχήμα. Η διαπερατότητα σε όλο τον χώρο είναι μ_0 .

- (α) [10%] Να βρεθεί το διανυσματικό μαγνητικό δυναμικό στο τυχαίο σημείο του χώρου (r_T, φ, z) στο κυλινδρικό σύστημα συντεταγμένων. Να θεωρηθεί σαν σημείο αναφοράς του διανυσματικού δυναμικού το κέντρο των αξόνων. Να γίνει μια προσεγγιστική γραφική παράσταση του διανυσματικού μαγνητικού δυναμικού σαν συνάρτηση του λόγου $\rho = r_T/a$ για $\varphi = \pi/6$ και $\varphi = \pi/3$.

(β) [10%] Να βρεθεί το μαγνητικό πεδίο στο τυχαίο σημείο του χώρου (r_T, φ, z) στο κυλινδρικό σύστημα συντεταγμένων.

(γ) [5%] Να γίνει μια προσεγγιστική απεικόνιση των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου στο επίπεδο xy . Υπάρχουν διευθύνσεις όπου το μαγνητικό πεδίο έχει μόνο ακτινική ή μόνο αζιμουθιακή συνιστώσα? Αν υπάρχουν να βρεθούν αυτές οι χαρακτηριστικές διευθύνσεις.



Θέμα 4 [25%]:

Ένα απομονωμένο επιφανειακό φορτίο (άπειρης έκτασης ως προς x, z) με επιφανειακή πυκνότητα φορτίου $\sigma = \sigma_0 \cos(ax)$ βρίσκεται στο επίπεδο $y = 0$ όπως φαίνεται στο σχήμα (α).

(α) [10 %] Να βρεθεί το ηλεκτρικό δυναμικό παντού στο χώρο στο πρόβλημα του σχήματος (α).

(β) [8 %] Τώρα το επιφανειακό φορτίο μεταφέρεται στο επίπεδο $y = d$ ενώ ένας γειωμένος ($\Phi = 0$) τέλειος επίπεδος αγωγός (άπειρης έκτασης ως προς x, z) γεμίζει τον χώρο για $y < 0$. Χρησιμοποιώντας την λύση του προηγούμενου ερωτήματος (δηλαδή χωρίς να επιλυθεί εξ αρχής η εξίσωση Laplace) να βρεθεί το ηλεκτρικό δυναμικό στην περιοχή $0 < y < d$.

(γ) [7%] Για την διάταξη του σχήματος (β) να βρεθεί η επαγόμενη επιφανειακή πυκνότητα φορτίου πάνω στην επιφάνεια $y = 0$ του τέλειου αγωγού.

