

Ηλεκτρομαγνητισμός, Κυματική και Οπτική

1^η Σειρά Ασκήσεων (προθεσμία Τρίτη 11/11/2025)

Άσκηση 0^η

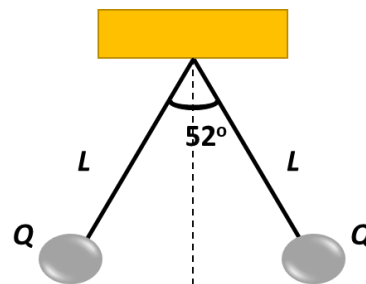
Δίνεται το διανυσματικό πεδίο $\vec{F}(x, y, z) = x\hat{x} + y\hat{y} + z\hat{z}$.

α) Να σχεδιάσετε το διανυσματικό πεδίο στα σημεία $(x, y, z) = (1, 1, 0), (1, 0, 1), (0, 1, 1), (1, 1, 2), (1, 2, 1), (2, 1, 1)$.

β) Να υπολογιστεί η συνολική ροή του πεδίου από επιφάνεια κύβου πλευράς $L=2$ και κέντρο το σημείο $(1, 1, 1)$.

Άσκηση 1^η

Δύο φορτισμένες μεταλλικές σφαίρες μάζας 21 g φέρουν ίσο φορτίο Q . Αυτές υποστηρίζονται από αφόρτιστες ράβδους μήκους $L=78$ cm. Το σύστημα των ράβδων ισορροπεί με συνολικό άνοιγμα 52° μοίρες. Υπολογίστε την τιμή του φορτίου Q .

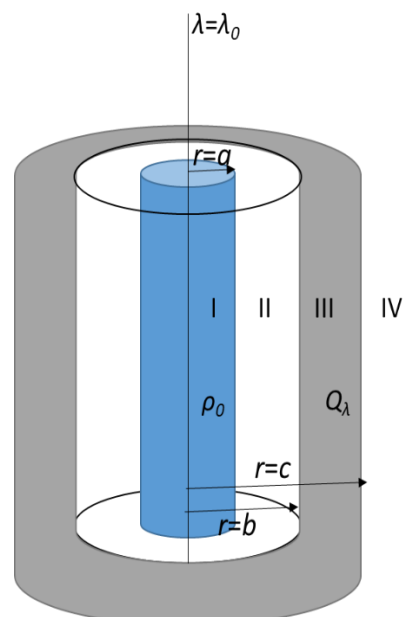


Άσκηση 2^η

Δίνεται άπειρη ευθεία με γραμμική κατανομή φορτίου $\lambda = \lambda_0$ στο κέντρο ενός κυλίνδρου απείρου ύψους με ακτίνα a , ο οποίος είναι ομοιόμορφα φορτισμένος με χωρική πυκνότητα φορτίου ρ_0 . Ο κύλινδρος και η ευθεία περικλείονται από αγωγίμο κοίλο (κούφιο) κύλινδρο που έχει τον ίδιο άξονα, εσωτερική ακτίνα b , εξωτερική ακτίνα c ενώ είναι φορτισμένος με φορτίο Q_λ (C/m) ανά μονάδα μήκους. Η ενδιάμεση περιοχή μεταξύ των δύο κυλίνδρων (II) καθώς και η εξωτερική περιοχή (IV) είναι κενές ενώ το σύστημα βρίσκεται σε ηλεκτροστατική ισορροπία.

α) Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο σε όλες τις περιοχές (I, II, III, IV).

β) Σχεδιάστε το διάγραμμα του μέτρου του ηλεκτρικού πεδίου ως προς την ακτίνα για $r > a$.

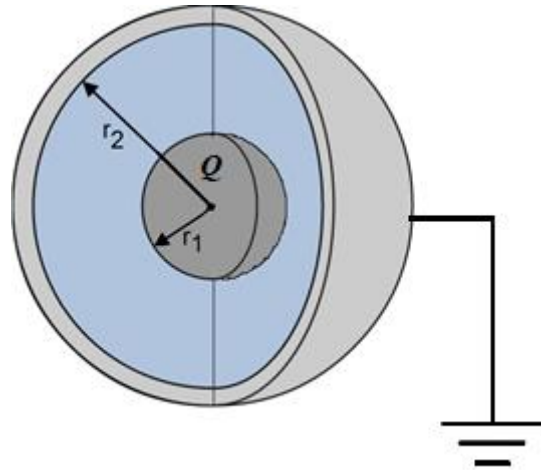


γ) Βρείτε την επιφανειακή πυκνότητα φορτίου στην εσωτερική επιφάνεια του αγωγίμου κυλίνδρου ($r=b$).

Άσκηση 3^η

Δίνεται αγωγίμη σφαίρα ακτίνας r_1 και ομόκεντρο αγωγίμο σφαιρικό κέλυφος εσωτερικής ακτίνας r_2 . Η ενδιάμεση περιοχή ($r_1 < r < r_2$) βρίσκεται σε κενό. Το εξωτερικό σφαιρικό κέλυφος είναι γειωμένο. Η εσωτερική σφαίρα φέρει φορτίο Q .

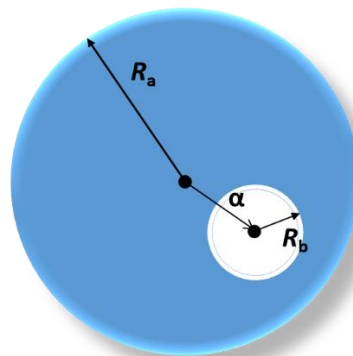
- α) Ποια είναι η επιφανειακή πυκνότητα φορτίου στην εσωτερική επιφάνεια του σφαιρικού κελύφους ($r=r_2$).
- β) Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο παντού στον χώρο.
- γ) Βρείτε το ηλεκτρικό δυναμικό παντού στον χώρο.
- δ) Υπολογίστε τη χωρητικότητα του σφαιρικού πυκνωτή που συνιστά η διάταξη.



Άσκηση 4^η

Έστω σφαίρα ακτίνας R_a η οποία φέρει σπή σχήματος σφαίρας με ακτίνα R_b . Το κέντρο της σπής απέχει από το κέντρο της σφαίρας απόσταση α . Η σφαίρα (εκτός από την σπή) είναι ομοιόμορφα φορτισμένη με συνολικό φορτίο Q .

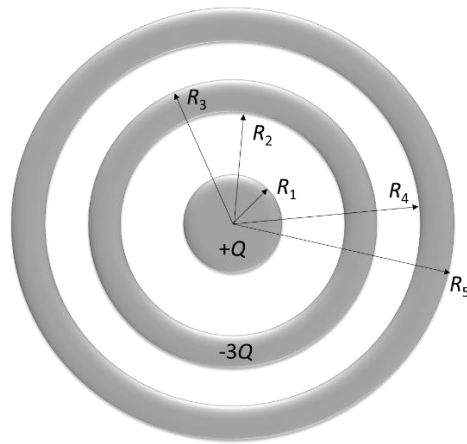
- α) Υπολογίστε την πυκνότητα φορτίου ρ_0 της σφαίρας.
- β) Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο μέσα στη σφαιρική σπή.
- γ) Σχεδιάστε τις δυναμικές γραμμές του πεδίου μέσα στην σπή.
- δ) Είναι το ηλεκτρικό πεδίο μέσα στην σπή ομογενές;



Υπόδειξη: Θεωρείστε το πρόβλημα σαν επαλληλία δύο επιμέρους προβλημάτων. Κατόπιν προσθέστε διανυσματικά τα επιμέρους πεδία που προκύπτουν.

Άσκηση 5^η

Αγώγιμη σφαίρα ακτίνας R_1 φορτίζεται με φορτίο $+Q$ και περιβάλλεται από ομόκεντρο αγώγιμο σφαιρικό φλοιό εσωτερικής ακτίνας R_2 και εξωτερικής ακτίνας R_3 που είναι φορτισμένος με φορτίο $-3Q$. Οι δύο αγωγοί περιβάλλονται από τρίτο αγωγό που είναι αφόρτιστος ομόκεντρος σφαιρικός φλοιός εσωτερικής ακτίνας R_4 και εξωτερικής R_5 . Το σύστημα αφήνεται ώστε να επέλθει ηλεκτροστατική ισορροπία.



- α) Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο παντού.
- β) δώστε τον τύπο που δίνει το δυναμικό (με αναφορά στο άπειρο) για ακτίνες $R > R_5$.
- γ) βρείτε την επιφανειακή πυκνότητα φορτίου που εναποτίθεται σε κάθε μία από τις σφαιρικές επιφάνειες $R=R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$.

Άσκηση 6^η

Μεταξύ δύο ομόκεντρων σφαιρικών επιφανειών με κέντρο το σημείο O και ακτίνες R_1 και R_2 ($R_2 > R_1$) υπάρχει φορτίο με πυκνότητα που δίνεται από τη σχέση:

$$\rho(r) = \rho_0 \left(3 - 2 \frac{R_1}{r} \right)$$

- α) βρείτε το συνολικό φορτίο της διάταξης.
- β) υπολογίστε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου παντού στον χώρο.
- γ) βρείτε τη διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων με $r > R_2$ και του κέντρου των δύο σφαιρών.

