

ΠΜΣ “ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ”
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΕΜΦΕ ΕΜΠ - ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΜΠ - ΕΚΕΦΕ “ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ”
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ Ι: ΠΡΩΤΗ ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Προσδιορίστε την πυκνότητα φορτίου $\rho(\vec{x})$ που αντιστοιχεί σε κάθε μια από τις ακόλουθες κατανομές φορτίου:
 - (α) Φορτίο Q ομοιόμορφα κατανομημένο σε σφαιρική επιφάνεια ακτίνας R σε σφαιρικές συντεταγμένες.
 - (β) Φορτίο λ ανά μονάδα μήκους ομοιόμορφα κατανομημένο σε κυλινδρική επιφάνεια ακτίνας b σε κυλινδρικές συντεταγμένες.
 - (γ) Φορτίο Q ομοιόμορφα κατανομημένο σε δίσκο ακτίνας R σε κυλινδρικές συντεταγμένες.
 - (δ) Το ίδιο με το (γ) σε σφαιρικές συντεταγμένες.
2. Εφαρμόζοντας το νόμο του Gauss να βρείτε την ένταση του ηλεκτροστατικού πεδίου σ' όλο το χώρο για καθεμιά από τις εξής τρεις σφαίρες με ακτίνα a και ολικό φορτίο Q : (α) αγωγίμη, (β) ομογενώς φορτισμένη (γ) με πυκνότητα που μεταβάλλεται με το νόμο $r^n (n > -3)$. Σχεδιάστε τη συνάρτηση $E(r)$ για τις δύο πρώτες περιπτώσεις και για την τρίτη για τις τιμές $n = -2$ και $n = +2$.
3. Το δυναμικό που προκύπτει από την κατανομή φορτίου ενός ατόμου υδρογόνου με συγκεκριμένη κυματοσυνάρτηση είναι: $\Phi = kq \frac{e^{-\frac{2r}{a_0}}}{r} \left(1 + \frac{r}{a_0}\right)$, όπου a_0 είναι η ακτίνα του Bohr. Να βρείτε την κατανομή φορτίου (συνεχή και διακριτή) που παράγουν αυτό το δυναμικό και ερμηνεύστε φυσικά τον κάθε όρο.
4. Υπολογίστε, με τη βοήθεια του νόμου του Gauss τη χωρητικότητα των εξής πυκνωτών:
 - (α) Δύο επίπεδων παράλληλων αγωγίμων φύλλων με εμβαδόν A που απέχουν το ένα από το άλλο μια μικρή απόσταση d .
 - (β) Δύο ομόκεντρων αγωγίμων σφαιρικών επιφανειών με ακτίνες a και b ($b > a$).
 - (γ) Δύο ομόκεντρων αγωγίμων κυλινδρικών επιφανειών με ακτίνες a και b ($b > a$) και μήκος L , που είναι πολύ μεγαλύτερο από τις ακτίνες.
5. Δύο κυλινδρικοί αγωγοί με ακτίνες a_1 και a_2 είναι παράλληλοι και απέχουν απόσταση d , που είναι πολύ μεγαλύτερη από οποιαδήποτε ακτίνα. Δείξτε ότι η χωρητικότητα ανά μονάδα μήκους ισούται προσεγγιστικά από τη σχέση: $C \approx (4 \ln \frac{d}{a})^{-1}$, όπου $a \equiv \sqrt{a_1 a_2}$.
6. Να υπολογιστεί η ελκτική δύναμη μεταξύ των οπλισμών (1) επίπεδου πυκνωτή (2) του πυκνωτή που σχηματίζεται μεταξύ δύο παράλληλων κυλινδρικών αγωγών (α) για σταθερό φορτίο σε κάθε οπλισμό (β) για σταθερή διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών.
7. Αποδείξτε ότι, για περιοχή χωρίς φορτία, η μέση τιμή του δυναμικού στην επιφάνεια μιας σφαίρας ισούται με την τιμή του δυναμικού στο κέντρο της σφαίρας.
8. Δύο παράλληλα γειωμένα αγωγίμα επίπεδα απέχουν απόσταση d . Ένα φορτίο q βρίσκεται μεταξύ των επιπέδων. Χρησιμοποιήστε το θεώρημα της αντιστρεπτότητας του Gauss για να δείξετε ότι το συνολικό φορτίο σ' ένα από τα επίπεδα ισούται με $-q$ επί το πηλίκο της απόστασης του φορτίου από το άλλο επίπεδο δια το d .