

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ
Φυσική II - Ηλεκτρομαγνητισμός
2ο εξάμηνο, 2011-2012

Φυλλάδιο 1ο, 27.3.2012

Παράδοση: 6.4.2012

E. Γαζής/Η. Κατσούφης

N. Τράκας

1. Λεπτός σφαιρικός φλοιός ακτίνας R έχει επιφανειακή πυκνότητα φορτίου σ που είναι συνάρτηση της γωνίας θ : $\sigma = \sigma_0 \sin \theta$ (η γωνία θ είναι προσανατολισμένη). Να βρεθεί το ηλεκτρικό πεδίο στο κέντρο του σφαιρικού φλοιού. Να βρεθεί το δυναμικό για τυχαίο σημείο του άξονα z . Πόσο είναι το δυναμικό στο κέντρο του φλοιού ($z = 0$)?

2. Πυκνότητα φορτίου που εκτείνεται στην περιοχή σφαιρικού φλοιού με ακτίνες α και β ($\alpha < \beta$), δίνεται από τη σχέση

$$\rho(r) = \frac{A}{r} \text{ για } \alpha < r < \beta \text{ και } \rho(r) = 0 \text{ οπουδήποτε άλλο.}$$

Στο κέντρο της υπάρχει σημειακό φορτίο Q . Να υπολογιστεί η σταθερά A ώστε η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στην περιοχή $\alpha < r < \beta$ να έχει σταθερό μέτρο.

3. Στατικό ηλεκτρικό πεδίο E δίνεται από τις σχέσεις

$$E = K(\hat{x}x + \hat{y}y + \hat{z}z), \text{ για } x^2 + y^2 + z^2 \leq R,$$

$$E = M \frac{(\hat{x}x + \hat{y}y + \hat{z}z)}{(x^2 + y^2 + z^2)^{3/2}}, \text{ για } x^2 + y^2 + z^2 > R$$

με K και M σταθερές. (α) Βρείτε τη (χωρική) πυκνότητα φορτίου για τις δύο περιοχές. (β) Βρείτε την ηλεκτρική ροή από την επιφάνεια σφαιράς με κέντρο το $(0, 0, 0)$ και ακτίνα $R_1 < R$. (γ) Το ίδιο για σφαίρα με ακτίνα $R_2 > R$.

4. A) Συνολικό φορτίο Q μεταφέρεται από το άπειρο και κατανέμεται ομοιόμορφα και σφαιρικά μεχρι την ακτίνα R . Πόση είναι η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου σε όλο το χώρο; Πώς συγχρίνεται αυτή με την ενέργεια $(3/5)Q^2/4\pi\epsilon_0 R$ που προσφέρουμε για να δημιουργήσουμε αυτή την κατανομή; B) Αν θεωρήσουμε ότι το ηλεκτρόνιο είναι μια ομοιόμορφη μπάλα φορτίου ακτίνας r_0 και ότι η ηλεκτροστατική ενέργεια U του πεδίου του ισούται με την ενέργεια ηρεμίας του ηλεκτρονίου, mc^2 , όπου $m = 9,11 \times 10^{-31}$ kg, υπολογίστε την ακτίνα r_0 του ηλεκτρονίου. Συμβιβάζεται η υπόθεση αυτή με το σημερινό πειραματικό όριο $r_0 < 10^{-18}$ m;

5. Το ηλεκτρικό πεδίο σε μια περιοχή του χώρου έχει τη μορφή $E_x = E_0(x - y)/a$, $E_y = -E_0(x + y)/a$, $E_z = 0$. Βρείτε το ηλεκτροστατικό δυναμικό $V(x, y, z)$ και ελέγξτε αν το πεδίο υπανοποιεί τη σχέση $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = 0$ για κάθε κλειστό ορθογώνιο δρόμο με πλευρές παράλληλες προς τους άξονες των συντεταγμένων. Είναι το πεδίο αυτό διατηρητικό;

6. Δύο ίδιες λεπτές ράβδοι μήκους L είναι φορτισμένες ομοιόμορφα με γραμμική κατανομή φορτίου λ και βρίσκονται πάνω στην ίδια ευθεία, ενώ τα κοντινά άκρα τους απέχουν απόσταση d . Βρείτε την δύναμη που ασκεί η μία ράβδος στην άλλη.

