



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ

Ενότητα: Ηλεκτροστατική

ΜΑΪΝΤΑΣ ΞΑΝΘΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ 4

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ηλεκτροστατική

1. Στις κορυφές κανονικού n -πλεύρου τοποθετούνται ίδια φορτία q . Ναδειχθεί ότι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο κέντρο του πολυγώνου είναι μηδέν. Να υποθέσετε στη συνέχεια ότι ένα από τα n φορτία απομακρύνεται. Στην περίπτωση αυτή να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου;

2. α) Φορτίο q βρίσκεται στην κορυφή ενός κύβου. Ποια είναι η ροή του ηλεκτρικού πεδίου, που διαπερνά μία από τις απέναντι πλευρές; β) Να απαντηθεί το ίδιο ερώτημα, αν το φορτίο βρίσκεται στο κέντρο του κύβου. (α. $q/24\epsilon_0$, β. $q/6\epsilon_0$)

3. α) Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο σε απόσταση z πάνω από το μέσο ευθυγράμμου τμήματος μήκους $2L$, που φέρει ομοιόμορφο γραμμικό φορτίο λ . β) Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο σε απόσταση z πάνω από ράβδο απείρου μήκους που φέρει ομοιόμορφο γραμμικό φορτίο λ . (α. $\vec{E} = \frac{q\hat{z}}{4\pi\epsilon_0 z(z^2+L^2)^{1/2}}$, β. $\vec{E} = \frac{2\lambda\hat{z}}{4\pi\epsilon_0 z}$)

4. α) Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο σε απόσταση z από το κέντρο δίσκου, ομοιόμορφης επιφανειακής πυκνότητας σ και ακτίνας R . β) Ομοίως να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο σε απόσταση z από άπειρο επίπεδο, φορτισμένο με ομοιόμορφη επιφανειακή πυκνότητα σ . (α. $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot z \left(\frac{1}{|z|} - \frac{1}{(z^2+R^2)^{1/2}} \right) \hat{z}$, β. $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \hat{z}$ όταν $z > 0$ και $\vec{E} = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \hat{z}$ όταν $z < 0$.)

5. Να υπολογισθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου (με τη χρήση του νόμου Gauss) και το δυναμικό σε ολόκληρο τον χώρο στις εξής περιπτώσεις: α) Σφαιρική επιφάνεια ακτίνας R , φορτισμένη ομοιόμορφα με επιφανειακή πυκνότητα σ . β) Σφαίρα ακτίνας R , φορτισμένη ομοιόμορφα με χωρική πυκνότητα ρ . γ) Άπειρη κυλινδρική επιφάνεια ακτίνας R , φορτισμένη ομοιόμορφα με φορτίο k ανά μονάδα μήκους. δ) Άπειρος κύλινδρος ακτίνας R , φορτισμένος ομοιόμορφα σε ολόκληρο τον όγκο του με φορτίο k ανά μονάδα μήκους. (α. $\vec{E} = 0$ για $r < R$ και $\vec{E} = \frac{q\hat{r}}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ για $r > R$ β. $\vec{E} = \frac{\rho r\hat{r}}{3\epsilon_0}$ για $r < R$ και $\vec{E} = \frac{q\hat{r}}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ για $r > R$ γ. $\vec{E} = 0$ για $r < R$ και $\vec{E} = \frac{k\hat{r}}{2\pi\epsilon_0 r}$ για $r > R$ δ. $\vec{E} = \frac{kr\hat{r}}{2\pi\epsilon_0 R^2}$ για $r < R$ και $\vec{E} = \frac{k\hat{r}}{2\pi\epsilon_0 r}$ για $r > R$)

6. Κοίλο σφαιρικό κέλυφος φέρει πυκνότητα $\rho = \frac{k}{r^2}$, $k = \text{σταθ.}$ όπου r η απόσταση από το κέντρο. Δίνονται οι ακτίνες του κελύφους R_1, R_2 ($R_1 < R_2$). Να υπολογισθεί το ηλεκτρικό πεδίο και το δυναμικό στις τρεις διακριτές περιοχές. (I. $r < R_1$, $\vec{E} = 0$, II. $R_1 < r < R_2$, $\vec{E} = \frac{k(r-R_1)\hat{r}}{2\pi\epsilon_0 r^2}$, III. $R_2 < r$, $\vec{E} = \frac{k(R_2-R_1)\hat{r}}{2\pi\epsilon_0 r^2}$)

7. α) Να υπολογισθεί η ενέργεια μιας ομοιόμορφα φορτισμένης σφαιρικής επιφάνειας ολικού φορτίου q και ακτίνας R . β) Να υπολογισθεί η ενέργεια του ηλεκτροστατικού πεδίου φορτισμένης σφαίρας ακτίνας R και ολικού φορτίου q . (α. $W = \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 R}$, β. $W = \frac{3}{5} \cdot \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$)

8. Σφαιρικές ομόκεντρες επιφάνειες ακτινών R_1, R_2 ($R_1 < R_2$) είναι φορτισμένες ομοίμορφα με ολικά φορτία $q, -q$ αντίστοιχα (σφαιρικός πυκνωτής). **α)** Να υπολογίσετε **α)** την χωρητικότητα του συστήματος, **β)** την ενέργεια του ηλεκτροστατικού πεδίου και **γ)** να δείξετε ότι η ενέργεια του πεδίου ισούται με την ενέργεια του πυκνωτή. (α. $C = 4\pi\epsilon_0 \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}$,

$$\beta. W = \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

9. Σημειακό φορτίο q βρίσκεται σε απόσταση d από άπειρο γειωμένο επίπεδο. Να υπολογίσετε την επαγόμενη επιφανειακή κατανομή φορτίου $\sigma(r, \theta)$ επί του επιπέδου. Ποιο είναι το ολικό επαγόμενο φορτίο. ($\sigma(r) = -\frac{qd}{2\pi} \cdot \frac{1}{(r^2 + d^2)^{\frac{3}{2}}}$, $q = -q$)

10. Να υπολογισθεί η ενέργεια ενός ηλεκτροστατικού συστήματος το οποίο αποτελείται από ένα σημειακό φορτίο q και αγωγίμη σφαίρα ακτίνας R . Το φορτίο βρίσκεται σε απόσταση d από το κέντρο της σφαίρας η οποία είναι γειωμένη. ($W = -\frac{q^2}{8\pi\epsilon_0} \cdot \frac{R}{d^2 - R^2}$)

11. Σημειακό φορτίο q , μάζας m βρίσκεται σε απόσταση d από γειωμένο, αγωγίμο επίπεδο. Το φορτίο αφήνεται να πέσει στο επίπεδο. Να δείξετε ότι ο χρόνος πρόσπτωσης είναι $\tau = \frac{\pi d}{q} \sqrt{2\pi m \epsilon_0 d}$.

12. Δίπολο \vec{p} βρίσκεται στην αρχή των αξόνων, στην θετική κατεύθυνση του θετικού άξονα z . **α)** Ποια είναι η δύναμη που ασκεί σε σημειακό φορτίο q στη θέση $A(\alpha, 0, 0)$; **β)** Ποια είναι η δύναμη στο ίδιο φορτίο στη θέση $B(0, 0, \alpha)$; **γ)** Πόσο έργο απαιτείται για να μετακινήσουμε το φορτίο q από το σημείο A στο B . (α. $\vec{F}_A = -\frac{pq}{4\pi\epsilon_0\alpha^3} \hat{z}$, $\beta. \vec{F}_B = \frac{2pq}{4\pi\epsilon_0\alpha^3} \hat{z}$, $\gamma. W_{AB} = -\frac{pq}{4\pi\epsilon_0\alpha^2}$)

13. Δίνεται σφαιρική επιφάνεια ακτίνας R που φέρει επιφανειακή πυκνότητα φορτίου $\sigma(\theta) = \kappa \cdot \cos\theta$, όπου $\kappa = \sigma \alpha \theta$. **α)** Να υπολογισθεί η διπολική ροπή της κατανομής αυτής. **β)** Να υπολογισθεί το δυναμικό σε μεγάλες αποστάσεις από τη σφαίρα. (α. $\vec{p} = \left(0, 0, \frac{4}{3} \kappa \pi R^3\right)$, $\beta. V(r, \theta) = \frac{\kappa R^3}{3\epsilon_0} \cdot \frac{\cos\theta}{r^2}$)

Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.00.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Μαϊντάς Ξάνθος, 2015. «Φυσική ΙΙΙ. Ηλεκτροστατική». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:.

<http://opencourses.uoa.gr/courses/PHYS14/>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

- Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:
- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

