

**ΗΥ-112: Φυσική Ι**  
**Χειμερινό Εξάμηνο 2018**  
**Διδάσκων: Γ. Καφεντζής**

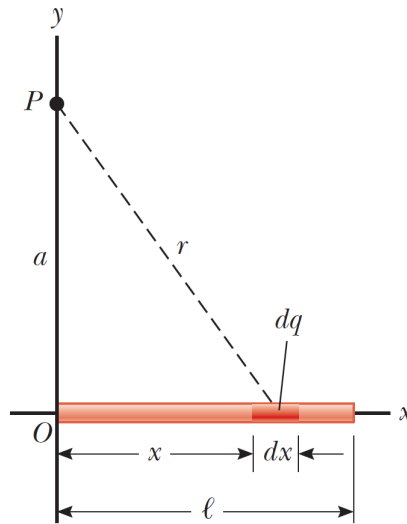
Πέμπτη Σειρά Ασκήσεων

Ημερομηνία Ανάθεσης: 21/12/2018

Ημερομηνία Παράδοσης: Ημέρα Εξέτασης

**Σημείωση:** Επιτρέπεται η χρήση υπολογιστή για τις πράξεις. Δείξτε όμως όλα τα βήματα της λύσης σας.

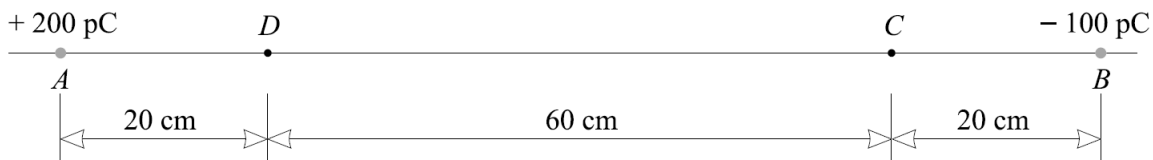
**Άσκηση 1.** Μια ομοιόμορφα φορτισμένη ράβδος μήκους  $l$  κείται επάνω στον  $x$ -άξονα. Το συνολικό της φορτίο είναι  $Q$ , και η γραμμική πυκνότητα φορτίου είναι  $\lambda$ . Βρείτε το ηλεκτρικό δυναμικό στο σημείο  $P$ , όπως στο Σχήμα 1. Δίνεται ότι  $\int \frac{1}{\sqrt{x^2 + a^2}} dx = \ln(x + \sqrt{x^2 + a^2}) + c$ .



Σχήμα 1: Σχήμα Άσκησης 1.

$$\text{Απ.: } V = k_e \frac{Q}{l} \ln \left( \frac{l + \sqrt{l^2 + a^2}}{a} \right)$$

**Άσκηση 2.** Στο Σχήμα 2, ένα φορτίο 200 pC βρίσκεται στο σημείο A, ενώ ένα άλλο φορτίο  $-100$  pC βρίσκεται στο σημείο B.



Σχήμα 2: Σχήμα Άσκησης 2.

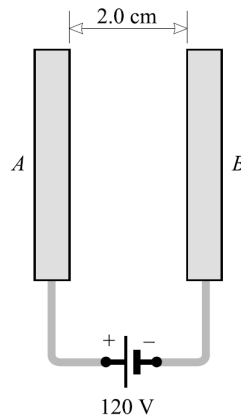
(α) Βρείτε το δυναμικό στα σημεία C και D.

(β) Πόσο έργο πρέπει να παραχθεί ώστε να μεταφερθεί ένα φορτίο 500  $\mu\text{C}$  από το σημείο C στο σημείο D;

Θεωρήστε  $k_e = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

Απ.: (α)  $V_C = -2.25 \text{ V}$ ,  $V_D = 7.88 \text{ V}$ , (β)  $W = 5.1 \text{ mJ}$

**Άσκηση 3.** Στο Σχήμα 3, δυο μεγάλες πλάκες είναι συνδεδεμένες με μια μπαταρία 120 V. Θεωρήστε ότι οι πλάκες βρίσκονται στο κενό, και ότι είναι πολύ μεγαλύτερης διάστασης απ' ό,τι φαίνεται στο σχήμα. Βρείτε



Σχήμα 3: Σχήμα Άσκησης 3.

- (α) το μέτρο του ηλεκτρικού πεδίου ανάμεσα στις πλάκες.
- (β) τη δύναμη που ασκείται σε ένα ηλεκτρόνιο ανάμεσα στις πλάκες.
- (γ) την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια που χάνει το σύστημα πεδίο-ηλεκτρόνιο λόγω της κίνησης του ηλεκτρονίου από την πλάκα B στην πλάκα A.
- (δ) την ταχύτητα του ηλεκτρονίου που φεύγει από την πλάκα B λίγο πριν χτυπήσει στην πλάκα A.

Απ.: (α)  $E = 6000 \text{ V/m}$ , (β)  $F_e = -9.6 \times 10^{-16} \text{ N}$ , (γ)  $\Delta U_e = -1.9 \times 10^{-17} \text{ J}$ , (δ)  $u_f = 6.5 \times 10^6 \text{ m/s}$

**Άσκηση 4.** Ένα σημειακό ηλεκτρικό φορτίο  $q$  βρίσκεται τοποθετημένο στο κέντρο ενός σφαιρικού φλοιού, που έχει εσωτερική ακτίνα  $a$ , εξωτερική ακτίνα  $b$ , και είναι φορτισμένος με χωρική πυκνότητα ηλεκτρικού φορτίου  $\rho$ , η οποία μεταβάλλεται με την απόσταση  $R$  ( $a < R < b$ ) από το κέντρο του σύμφωνα με τη σχέση

$$\rho = \rho_0 \frac{R^2}{a^2} \quad (1)$$

με  $\rho_0$  μια σταθερά, όπως στο Σχήμα 4. Γνωρίζετε ότι η ηλεκτρική ροή από μια επιφάνεια σφαίρας ακτίνας  $r$  είναι

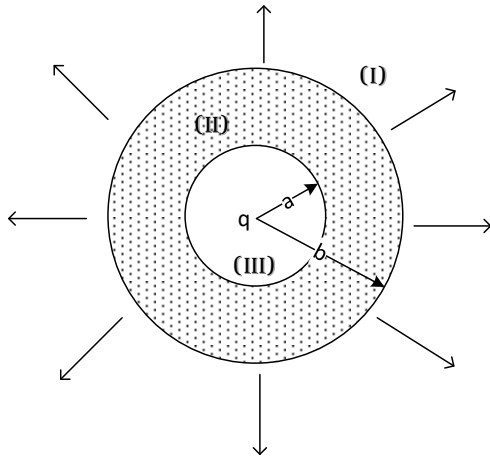
$$\Phi_E = 4E\pi r^2 \quad (2)$$

- (α) Δείξτε ότι το ηλεκτρικό πεδίο στην περιοχή I του χώρου δίνεται από τη σχέση

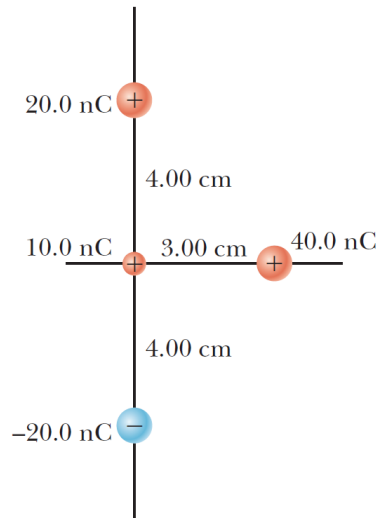
$$\vec{E}_I = k_e \frac{q + \frac{4\pi\rho_0(b^5 - a^5)}{5a^2}}{r^2} \vec{r} \quad (3)$$

- (β) Δείξτε ότι το ηλεκτρικό πεδίο στην περιοχή II του χώρου δίνεται από τη σχέση

$$\vec{E}_{II} = k_e \frac{q + \frac{4\pi\rho_0(r^5 - a^5)}{5a^2}}{r^2} \vec{r} \quad (4)$$



Σχήμα 4: Σχήμα Άσκησης 4.



Σχήμα 5: Σχήμα Άσκησης 5.

(γ) Δείξτε ότι το ηλεκτρικό πεδίο στην περιοχή III του χώρου δίνεται από τη σχέση

$$\vec{E}_{III} = k_e \frac{q}{r^2} \vec{r} \quad (5)$$

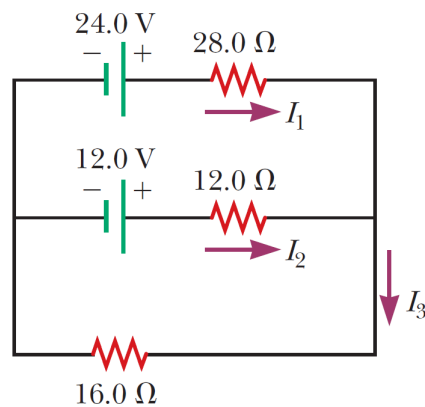
Hint: Βρείτε σε κάθε περίπτωση το συνολικό φορτίο και εφαρμόστε το νόμο του Gauss.

**Άσκηση 5.** Δυο σωματίδια, με φορτία  $20 \text{ nC}$  και  $-20 \text{ nC}$  βρίσκονται σταθερά τοποθετημένα σε σημεία με συντεταγμένες  $(0, 4) \text{ cm}$  και  $(0, -4) \text{ cm}$ , όπως στο Σχήμα 5. Ένα σωματίδιο με φορτίο  $10 \text{ nC}$  βρίσκεται σταθερά τοποθετημένο στην αρχή των αξόνων.

- (α) Βρείτε την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια της διάταξης του συστήματος των τριών φορτίων.
- (β) Ένα τέταρτο σωματίδιο με μάζα  $2 \times 10^{-13} \text{ kg}$  και φορτίο  $40 \text{ nC}$ , αφήνεται από θέση ηερμίας στο σημείο  $(3, 0) \text{ cm}$ . Βρείτε την ταχύτητά του αφού έχει μετακινηθεί ελεύθερα σε πάρα πολύ μεγάλη απόσταση από το σύστημα των τριών φορτίων.

Απ.: (α)  $U_e = -4.5 \times 10^{-5} \text{ J}$ , (β)  $3.46 \times 10^4 \text{ m/s}$

**Άσκηση 6.** Στο Σχήμα 6 βρείτε



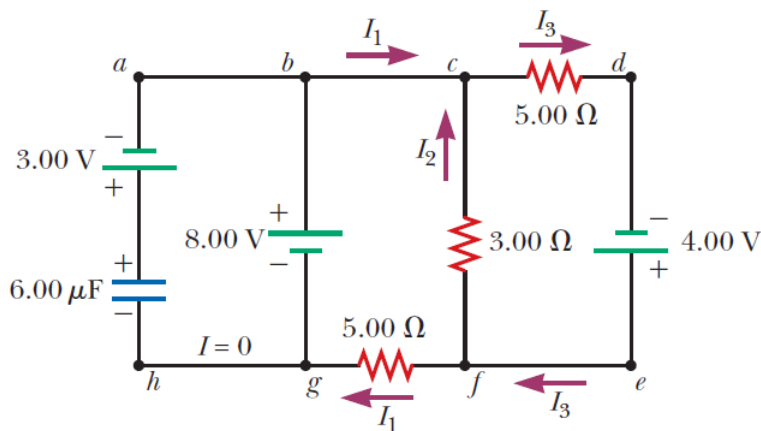
Σχήμα 6: Σχήμα Άσκησης 6.

(α) το ρεύμα που διαρρέει κάθε αντιστάτη

(β) την ισχύ που παραδίδεται σε κάθε αντιστάτη

Απ.: (α)  $I_1 = 0.492 \text{ A}$ ,  $I_2 = 0.148 \text{ A}$ ,  $I_3 = 0.639 \text{ A}$ , (β)  $P_{28\Omega} = 6.77 \text{ W}$ ,  $P_{12\Omega} = 0.261 \text{ W}$ ,  $P_{16\Omega} = 6.54 \text{ W}$

**Άσκηση 7.** Το κύκλωμα του Σχήματος 7 έχει συνδεθεί για πολλή ώρα, τόσο ώστε ο πυκνωτής να έχει



Σχήμα 7: Σχήμα Άσκησης 7.

φορτιστεί. Βρείτε

(α) το ρεύμα στην μπαταρία των 4 V

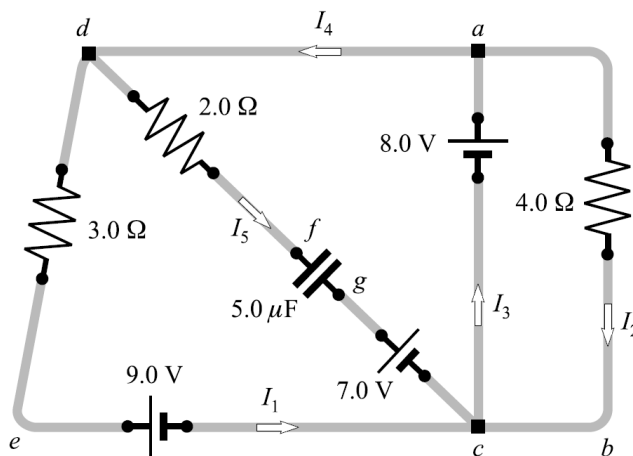
(β) το ρεύμα στον αντιστάτη των 3 Ω

(γ) το ρεύμα στην μπαταρία των 8 V

(δ) το φορτίο στον πυκνωτή

Απ.: (α)  $I_2 = -0.364 \text{ A}$ , (β)  $I_3 = 1.02 \text{ A}$ , (γ)  $I_1 = 1.38 \text{ A}$ , (δ)  $Q = 66 \mu\text{C}$

**Άσκηση 8.** Το κύκλωμα του Σχήματος 8 έχει σταθερά ρεύματα. Βρείτε τα  $I_x$ , με  $x = 1, 2, 3, 4, 5$ , καθώς και



Σχήμα 8: Σχήμα Άσκησης 8.

το φορτίο του πυκνωτή.

Απ.: (α)  $I_1 = -1/3 \text{ A}$ ,  $I_2 = 2 \text{ A}$ ,  $I_3 = 1.67 \text{ A}$ ,  $I_4 = -1/3 \text{ A}$ ,  $I_5 = 0$ ,  $Q = 5 \mu\text{C}$