

Παραδείγματα λυμένων ασκήσεων Νόμος Coulomb

1. Ποιο είναι το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης μεταξύ ενός πυρήνα σιδήρου (έχει 26 πρωτόνια) και του ηλεκτρονίου που βρίσκεται σε $1.5 \times 10^{-12} \text{ m}$ απόσταση από αυτόν; (το πιο κοντινό ηλεκτρόνιο στον πυρήνα)

Λύση

$$F = k \cdot \frac{Q_{\text{πυρήνα}} \cdot Q_{\text{ηλεκτρονίου}}}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \frac{26 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \times 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{(1.5 \times 10^{-12} \text{ m})^2} = 2.7 \times 10^{-3} \text{ N}$$

2. Ποια είναι η απωστική ηλεκτρική δύναμη μεταξύ δύο πρωτονίων σε απόσταση μεταξύ τους $4 \times 10^{-15} \text{ m}$

Λύση

$$F = k \cdot \frac{Q_{\text{πρωτονίου}} \cdot Q_{\text{πρωτονίου}}}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \times 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{(4 \times 10^{-15} \text{ m})^2} = 14 \text{ N}$$

3. Δύο φορτισμένες σφαίρες απέχουν μεταξύ τους 8.45 cm. Μετακινούνται σε άλλες θέσεις και η δύναμη που ασκεί η μία στην άλλη τριπλασιάζεται. Ποια είναι η νέα τους απόσταση;

Λύση

Αφού η δύναμη είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης F ανάλογη του $\frac{1}{r^2}$ θα έχουμε ότι $3 \cdot F$ ανάλογη του $\frac{1}{(\frac{r}{\sqrt{3}})^2}$. Επομένως η νέα απόσταση είναι $\frac{8.45 \text{ cm}}{\sqrt{3}} = 4.88 \text{ cm}$

4. Δύο σημειακά φορτία -Q και -4Q έχουν μεταξύ τους απόσταση d. Τα φορτία παρά το ότι είναι ελεύθερα να κινηθούν δεν κινούνται εξαιτίας της παρουσίας ενός τρίτου φορτίου που μηδενίζει την συνολική δύναμη που ασκείται σε αυτά. Ποια πρέπει να είναι η τιμή του τρίτου φορτίου και οι αποστάσεις του από τα δύο άλλα φορτία.

Λύση

Η πιο απλή περίπτωση είναι το φορτίο Q' να βρίσκεται ανάμεσά τους και να είναι θετικό έτσι ώστε να έλκει τα δύο αρνητικά φορτία. Η απωστική δύναμη ανάμεσα στο -Q και στο -4Q είναι $F_{\text{απωστική}} = k \cdot \frac{4Q^2}{d^2}$. Η ελκτική δύναμη που πρέπει να ασκεί το τρίτο φορτίο είναι

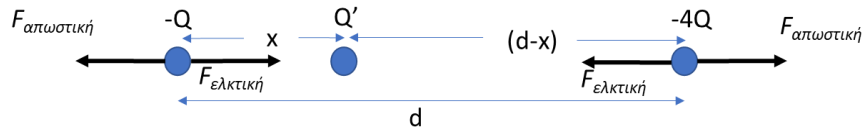
(α) στο φορτίο -Q: $F_{\text{ελκτική}} = k \cdot \frac{Q' \times (-Q)}{x^2}$ και

(β) στο φορτίο -4Q: $F_{\text{ελκτική}} = k \cdot \frac{Q' \times (-4Q)}{(d-x)^2}$ Προφανώς οι δύο δυνάμεις πρέπει να είναι ίσες μεταξύ τους και αντίθετες με την $F_{\text{απωστική}}$.

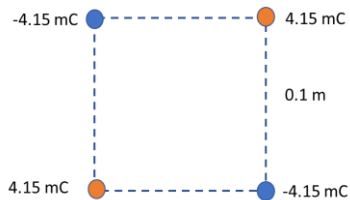
Αν πάρω $k \cdot \frac{Q' \times (-Q)}{x^2} = k \cdot \frac{Q' \times (-4Q)}{(d-x)^2}$ θα έχω $\frac{1}{x^2} = \frac{4}{(d-x)^2} \rightarrow x = \frac{d}{3}$ (το Q' είναι ανάμεσα στα $-Q$ και $-4Q$, άρα η απόσταση x του Q' από το $-Q$ $x < d$)

Επιπλέον $F_{\text{ελκτική}} = k \cdot \frac{Q' \times (-Q)}{(d/3)^2} = -F_{\text{απωστική}} = -k \cdot \frac{4Q^2}{d^2}$ επομένως

$$Q' = \frac{4}{9}Q$$



5. Δύο αρνητικά και δύο θετικά σημειακά φορτία με απόλυτη τιμή 4.15 mC τοποθετούνται στις απέναντι κορυφές ενός τετραγώνου πλευράς 0.1 m , όπως στο παρακάτω σχήμα:



Να βρείτε την δύναμη σε κάθε φορτίο.

Λύση

$|F_1| = k \cdot \frac{Q^2}{d^2}$, $|F_2| = k \cdot \frac{Q^2}{d^2}$, $|F_3| = k \cdot \frac{Q^2}{2d^2}$
 $|\vec{F}_1 + \vec{F}_2| = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{2} k \frac{Q^2}{d^2}$
 η συνολική δύναμη είναι:
 $\sqrt{2} k \frac{Q^2}{d^2} - k \frac{Q^2}{2d^2} = k \frac{Q^2}{d^2} (\sqrt{2} - \frac{1}{2})$ και
 έχει διεύθυνση και φορά που φαίνεται στο σχήμα.
 $|\vec{F}_{o\lambda}| = k \frac{Q^2}{d^2} \cdot 0.914$

Αντικαθιστώντας τα νούμερα έχω:

$$|F_{o\lambda}| = 9 \cdot 10^9 \times \frac{(4.15 \times 10^{-3})^2}{(0.1)^2} \times 0.914 \text{ N} = 1.42 \times 10^7 \text{ N}$$