

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ

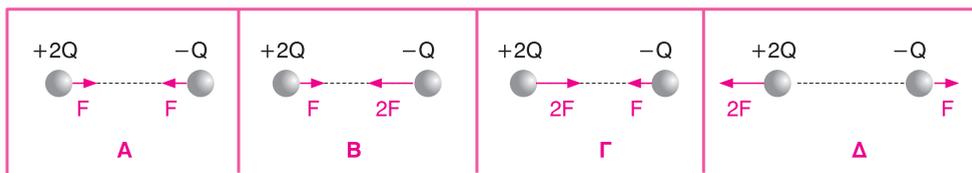
**5.10** (ΜΙΑ ΓΡΗΓΟΡΗ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ) Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

- Το μέτρο της δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ δύο σημειακών φορτίων είναι αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της ..... τους.
- Το μέτρο της δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ δύο σημειακών φορτίων είναι ..... του γινομένου των δύο φορτίων.
- Η μαθηματική σχέση που εκφράζει το νόμο του Coulomb είναι .....

**5.11** Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή πρόταση και με Λ κάθε λανθασμένη.

- Η ηλεκτρική δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσα σε δύο σημειακά φορτία είναι αντιστρόφως ανάλογη με το γινόμενο των φορτίων.
- Ο νόμος του Κουλόμπ εφαρμόζεται πάντα για δύο φορτισμένα σωματίδια.
- Το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που αναπτύσσεται ανάμεσα σε δύο σημειακά φορτία τα οποία βρίσκονται σε απόσταση  $r$  μεταξύ τους είναι ίδιο είτε μεταξύ των φορτίων υπάρχει κενό είτε μεταξύ των φορτίων υπάρχει απεσταγμένο νερό.
- Η κατεύθυνση της ηλεκτρικής δύναμης που αναπτύσσεται ανάμεσα σε δύο σημειακά φορτία καθορίζεται από το είδος των φορτίων.
- Η σταθερά  $K$  που εισέρχεται στο νόμο του Κουλόμπ εξαρτάται από το σύστημα των μονάδων που χρησιμοποιούμε.

**5.12** Σε ποιο από τα παρακάτω σχήματα είναι σημειωμένες σωστά οι δυνάμεις που ασκούνται σε δύο σημειακά φορτία  $-Q$  και  $+2Q$  τα οποία βρίσκονται σε απόσταση  $r$ ;



- Στο σχήμα Α.
- Στο σχήμα Β.
- Στο σχήμα Γ.
- Στο σχήμα Δ.

**5.13** Δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία  $+8 \mu\text{C}$  και  $+1 \mu\text{C}$  βρίσκονται σε απόσταση  $r$ . Να σημειώσετε με  $\Sigma$  κάθε σωστή πρόταση και με  $\Lambda$  κάθε λανθασμένη.

- Μεταξύ των δύο φορτίων ασκούνται απωστικές ηλεκτρικές δυνάμεις.
- Μεγαλύτερου μέτρου δύναμη ασκείται στο φορτίο  $+8 \mu\text{C}$ .
- Και στα δύο φορτία ασκείται ηλεκτρική δύναμη ίδιου μέτρου.
- Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των δύο φορτίων είναι αντίθετες.
- Η συνισταμένη των δύο δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ των δύο σημειακών φορτίων είναι ίση με μηδέν.

**5.14** Τι από τα παρακάτω ισχύει για τη σταθερά  $K$  που εισέρχεται στο νόμο του Κουλόμπ;

- α.** Έχει πάντοτε την ίδια τιμή.
- β.** Η τιμή της εξαρτάται από τα φορτία  $q_1$  και  $q_2$  που αλληλεπιδρούν.
- γ.** Η τιμή της εξαρτάται από την απόσταση στην οποία βρίσκονται τα φορτία  $q_1$  και  $q_2$  που αλληλεπιδρούν.
- δ.** Η τιμή της εξαρτάται και από το σύστημα μονάδων και από το μέσο μέσα στο οποίο βρίσκονται τα ηλεκτρικά φορτία.

**5.15** Δύο αρνητικά φορτισμένες σημειακές σφαίρες βρίσκονται ακίνητες σε ορισμένη απόσταση  $r$  μεταξύ τους. Να σημειώσετε με  $\Sigma$  κάθε σωστή πρόταση και με  $\Lambda$  κάθε λανθασμένη.

- Μεταξύ των δύο σφαιρών ασκούνται απωστικές ηλεκτρικές δυνάμεις.
- Αν αυξήσουμε την απόσταση μεταξύ των δύο σφαιρών, τα μέτρα των δυνάμεων με τις οποίες αλληλεπιδρούν αυξάνονται.
- Αν μειώσουμε την απόσταση των δύο σφαιρών στο μισό, οι δυνάμεις διπλασιάζονται.
- Όταν διπλασιάσουμε ταυτόχρονα το φορτίο και των δύο σφαιρών χωρίς να αλλάξουμε την απόστασή τους, οι δυνάμεις διπλασιάζονται.

**5.16** Η δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσα σε δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  τα οποία βρίσκονται σε απόσταση  $r$  είναι ίση με  $F$ . Αν τα δύο σημειακά φορτία βρεθούν σε διπλάσια απόσταση, τότε η δύναμη:

- α.** διπλασιάζεται
- β.** υποδιπλασιάζεται
- γ.** τετραπλασιάζεται
- δ.** υποτετραπλασιάζεται

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**5.17** Η δύναμη που ασκείται ανάμεσα σε δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  τα οποία βρίσκονται σε απόσταση  $r$  είναι ίση με  $F$ . Αν στη θέση του φορτίου  $q_2$  τοποθετήσουμε φορτίο  $4q_2$ , τότε η δύναμη:

- α. τετραπλασιάζεται
- β. υποτετραπλασιάζεται
- γ. διπλασιάζεται
- δ. υποδιπλασιάζεται

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**5.18** Η δύναμη που ασκείται ανάμεσα σε δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  τα οποία βρίσκονται σε απόσταση  $r$  είναι ίση με  $F$ . Αν στη θέση του φορτίου  $q_1$  τοποθετήσουμε φορτίο  $4q_1$  και στη θέση του φορτίου  $q_2$  τοποθετήσουμε φορτίο  $2q_2$ , τότε η δύναμη:

- α. τετραπλασιάζεται
- β. διπλασιάζεται
- γ. οκταπλασιάζεται
- δ. υποδιπλασιάζεται

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**5.19** Η δύναμη που ασκείται ανάμεσα σε δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  τα οποία βρίσκονται σε απόσταση  $r$  είναι ίση με  $F$ . Αν αντικαταστήσουμε τα δύο φορτία με τριπλάσια φορτία και τα τοποθετήσουμε σε τριπλάσια απόσταση, τότε η δύναμη που θα ασκείται ανάμεσα στα νέα φορτία είναι σε σύγκριση με τη δύναμη  $F$ :

- α. τρεις φορές μεγαλύτερη
- β. εννιά φορές μεγαλύτερη
- γ. έξι φορές μεγαλύτερη
- δ. ίδια

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**5.20** Η δύναμη που ασκείται ανάμεσα σε δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  τα οποία βρίσκονται σε απόσταση  $r$  είναι ίση με  $F$ . Αν αντικαταστήσουμε το φορτίο  $q_1$  με φορτίο  $\frac{q_1}{3}$  και φέρουμε τα νέα φορτία σε απόσταση  $3r$ , τότε η δύναμη θα είναι ίση με:

- α.  $F$
- β.  $3F$

$$\gamma. \frac{F}{27}$$

$$\delta. \frac{F}{9}$$

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**5.21** Δύο σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  που βρίσκονται σε απόσταση  $r$  απωθούνται με δύναμη μέτρου  $F$ . Αν θέλουμε η απωστική δύναμη να τετραπλασιαστεί, τι από τα παρακάτω θα πρέπει να κάνουμε;

- α. Να τετραπλασιάσουμε το φορτίο του  $q_1$ , να διπλασιάσουμε το φορτίο του  $q_2$  και να φέρουμε τα φορτία σε διπλάσια απόσταση.
- β. Να υποδιπλασιάσουμε το φορτίο του  $q_1$  και το φορτίο του  $q_2$  και να υποτετραπλασιάσουμε την απόσταση μεταξύ των φορτίων.
- γ. Να διπλασιάσουμε το φορτίο του  $q_1$ , να διπλασιάσουμε το φορτίο του  $q_2$  και να φέρουμε τα φορτία σε διπλάσια απόσταση.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**5.22** Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή πρόταση και με Λ κάθε λανθασμένη.

- Η ηλεκτρική δύναμη που εμφανίζεται ανάμεσα σε δύο ακίνητα σημειακά φορτία είναι ανεξάρτητη από το υλικό που υπάρχει ανάμεσα στα φορτία.
- Η ηλεκτρική δύναμη που εμφανίζεται ανάμεσα σε δύο ακίνητα σημειακά φορτία έχει διεύθυνση την ευθεία που ενώνει τα φορτία.
- Ο νόμος του Κουλόμπ ισχύει για δύο οποιαδήποτε φορτισμένα σώματα.
- Ο νόμος του Κουλόμπ ισχύει μόνο στην περίπτωση ελκτικών ηλεκτρικών δυνάμεων.
- Ο νόμος του Κουλόμπ αναφέρεται μόνο στις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ ομώνυμων φορτίων.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

**5.23** Ένα σημειακό φορτίο  $Q = +4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  βρίσκεται ακίνητο σε κάποιο σημείο. Ποια δύναμη θα ασκηθεί σε ένα φορτίο  $q = +2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ , αν το φέρουμε σε απόσταση  $r = 10 \text{ cm}$  από το φορτίο  $Q$ ; Δίνεται  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ .

**5.24** Δύο ακίνητα σημειακά φορτισμένα σωματίδια  $q_1 = +2 \mu\text{C}$  και  $q_2$  απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $r = 3 \text{ cm}$ . Αν το μέτρο της ελκτικής δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ τους είναι  $60 \text{ N}$ , να βρείτε το είδος και το φορτίο  $q_2$  του δεύτερου σωματιδίου. Δίνεται  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ .

**5.25** Δύο ακίνητα σημειακά φορτία  $q_1 = q_2 = +2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  βρίσκονται σε απόσταση  $r$  και μεταξύ τους ασκείται απωστική δύναμη μέτρου  $F = 0,4 \text{ N}$ . Να βρείτε την απόσταση  $r$ . Δίνεται  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ .

**5.26** Δύο σημειακά και θετικά φορτισμένα σωματίδια βρίσκονται σε απόσταση  $r = 30 \text{ cm}$  και απωθούνται με δύναμη μέτρου  $F = 1 \text{ N}$ . Αν το άθροισμα των φορτίων τους είναι  $q = +7 \mu\text{C}$ , να βρείτε πόσο είναι το φορτίο κάθε φορτισμένου σωματιδίου. Δίνεται  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ .

**5.27** Δύο ομώνυμα σημειακά φορτία  $q_1$  και  $q_2$  βρίσκονται ακίνητα σε ορισμένη απόσταση  $r$  και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με δύναμη μέτρου  $1,8 \text{ N}$ . Να βρεθεί το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης, όταν:

- αντικαταστήσουμε μόνο το φορτίο  $q_1$  με φορτίο  $q'_1 = \frac{q_1}{3}$ .
- αντικαταστήσουμε μόνο το φορτίο  $q_2$  με φορτίο  $q'_2 = 3q_2$ .
- αντικαταστήσουμε ταυτόχρονα και τα δύο φορτία με φορτία  $q'_1 = \frac{q_1}{3}$  και  $q'_2 = 3q_2$ .

**5.28** Δύο σημειακά φορτία  $q_1 = +2 \text{ mC}$  και  $q_2 = +8 \text{ mC}$  βρίσκονται ακίνητα σε ορισμένη απόσταση  $r$  και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με δύναμη που έχει μέτρο  $3,6 \text{ N}$ . Να βρεθεί το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης, όταν:

- αντικαταστήσουμε μόνο το φορτίο  $q_1$  με φορτίο  $q'_1 = +8 \text{ mC}$ .
- αντικαταστήσουμε μόνο το φορτίο  $q_2$  με φορτίο  $q'_2 = +2 \text{ mC}$ .
- αντικαταστήσουμε ταυτόχρονα και τα δύο φορτία με φορτία  $q'_1 = +4 \text{ mC}$  και  $q'_2 = +4 \text{ mC}$ .

**5.29** Δύο σημειακά και αρνητικά φορτισμένα σωματίδια βρίσκονται σε απόσταση  $r = 40 \text{ cm}$  και απωθούνται με δύναμη μέτρου  $F = 80 \text{ N}$ .

- Να υπολογίσετε το μέτρο της απωστικής δύναμης, αν διπλασιαστεί η απόσταση μεταξύ των σωματιδίων.
- Σε πόση απόσταση θα πρέπει να τοποθετηθούν τα δύο σωματίδια, ώστε το μέτρο της απωστικής δύναμης να τετραπλασιαστεί;

**5.30**

Η ηλεκτρική δύναμη μεταξύ δύο σημειακών φορτίων, όταν βρίσκονται σε απόσταση 30 cm, είναι ίση με 0,18 N. Πόση θα είναι η τιμή της ηλεκτρικής δύναμης, όταν τα δύο αυτά φορτία:

- α.** τοποθετηθούν σε απόσταση 90 cm;
- β.** τοποθετηθούν σε απόσταση 10 cm;
- γ.** τοποθετηθούν σε απόσταση 6 cm;

δους φορτίο και μάλιστα θετικό, με αποτέλεσμα να απωθούνται μεταξύ τους.

**4.19 Σωστή απάντηση είναι η γ.**

Λόγω της επαφής της ράβδου Α με τη ράβδο Β, αποκτούν και οι δύο ίδιου είδους φορτίο, δηλαδή θετικό. Ομοίως, λόγω της επαφής της ράβδου Β με τη ράβδο Γ, αποκτούν και οι δύο ίδιου είδους φορτίο, δηλαδή θετικό.

**4.20 Σωστή απάντηση είναι η γ.**

Καθώς πλησιάζει η ράβδος την αρνητικά φορτισμένη μεταλλική σφαίρα, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια στο άκρο Α της ράβδου απωθούνται από τη σφαίρα, με αποτέλεσμα να μετακινούνται προς το άκρο Β της ράβδου, το οποίο και φορτίζεται αρνητικά.

**4.21 Α** (ηλεκτρίζονται και με επαφή και με επαγωγή) – Σ – Σ – Σ – Σ.

**4.22 Σωστή απάντηση είναι η δ.**

Ανάλογα με το φορτίο της ηλεκτρισμένης ράβδου, στα δύο μεταλλικά ελάσματα δημιουργείται ταυτόχρονα πλεόνασμα ή έλλειμμα ελεύθερων ηλεκτρονίων, με αποτέλεσμα μεταξύ των δύο ελασμάτων να ασκούνται απωστικές δυνάμεις.

**4.23 Σωστή απάντηση είναι η γ.**

Όπως παρατηρούμε από την εικόνα, όταν πλησιάζει η ράβδος Β στο σφαιρίδιο του ηλεκτροσκοπίου, η γωνία απόκλισης μεταξύ των δύο ελασμάτων του ηλεκτροσκοπίου είναι μικρότερη σε σχέση με τη γωνία απόκλισης μεταξύ των δύο ελασμάτων του ηλεκτροσκοπίου, όταν πλησιάζει η ράβδος Α. Αυτό σημαίνει ότι το ηλεκτρικό φορτίο της ράβδου Β είναι μικρότερο από το ηλεκτρικό φορτίο της ράβδου Α.

**4.24 Σ** (μπορούμε να διαπιστώσουμε μόνο αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο) – Σ

(γιατί αποκτούν ίδιο είδους φορτίο) – Σ – Α.

**5. Νόμος του Κουλόμπ**

**5.10 α.** απόστασής

**β.** ανάλογο

**γ.**  $F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$

**5.11 Α** (είναι ανάλογη με το γινόμενο των φορτίων) – Α (ισχύει μόνο για σημειακά φορτία) – Α (η ηλεκτρική δύναμη εξαρτάται από το μέσο που περιβάλλεται ανάμεσα στα δύο φορτία) – Σ – Σ.

**5.12 Σωστή απάντηση είναι η α.**

Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται είναι ελκτικές και ίδιου μέτρου, σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα.

**5.13 Σ – Α** (και τα δύο φορτία δέχονται ίδιο μέτρο δύναμη) – Σ – Σ – Α (δεν μπορούμε να προσδιορίσουμε τη συνισταμένη, καθώς οι δύο δυνάμεις ασκούνται σε διαφορετικά σώματα).

**5.14 Σωστή απάντηση είναι η δ.**

**5.15 Σ – Α** (μειώνονται) – Α (οι δυνάμεις τετραπλασιάζονται) – Α (οι δυνάμεις τετραπλασιάζονται).

**5.16 Σωστή απάντηση είναι η δ.**

Αφού η ηλεκτρική δύναμη ανάμεσα σε δύο φορτία είναι αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της απόστασης των δύο φορτίων, όταν η απόσταση διπλασιαστεί, η δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσα στα δύο φορτία μικραίνει, και συγκεκριμένα υποτετραπλασιάζεται.

**5.17 Σωστή απάντηση είναι η α.**

Αφού η ηλεκτρική δύναμη είναι ανάλογη του γινομένου των δύο φορτίων, όταν το φορτίο  $q_2$  αντικατασταθεί από

άλλο τετραπλάσιο φορτίο, θα τετραπλασιαστεί και η δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσα στα δύο φορτία.

**5.18 Σωστή απάντηση είναι η γ.**

Αφού η ηλεκτρική δύναμη είναι ανάλογη του γινομένου των δύο φορτίων, όταν το φορτίο  $q_1$  τετραπλασιάζεται και ταυτόχρονα και το φορτίο  $q_2$  διπλασιάζεται, η δύναμη που αναπτύσσεται ανάμεσα στα δύο φορτία γίνεται  $4 \cdot 2 = 8$  φορές μεγαλύτερη.

**5.19 Σωστή απάντηση είναι η δ.**

Σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, ισχύουν:

**Αρχικά:**

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

**Τελικά:**

$$F' = K \frac{3q_1 \cdot 3q_2}{(3r)^2} = \frac{3 \cdot 3}{3^2} \cdot K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = F$$

Δηλαδή η δύναμη δεν αλλάζει.

**5.20 Σωστή απάντηση είναι η γ.**

Σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, ισχύουν:

**Αρχικά:**

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

**Τελικά:**

$$F' = K \frac{\frac{q_1}{3} \cdot q_2}{(3r)^2} = \frac{1}{3^2} \cdot K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = \frac{1}{27} F = \frac{F}{27}$$

**5.21 Σωστή απάντηση είναι η β.**

Στην περίπτωση αυτή και σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, ισχύουν:

**Αρχικά:**

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

**Τελικά:**

$$F' = K \frac{\frac{q_1}{2} \cdot \frac{q_2}{2}}{\left(\frac{r}{4}\right)^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot K \frac{q_1 \cdot q_2}{\frac{1}{4^2} r^2} = \frac{16}{4} F = 4F$$

**5.22**  $\Lambda$  (εξαρτάται από το υλικό) –  $\Sigma$  –  $\Lambda$  (δεν ισχύει για όλα τα φορτισμένα σώματα) –  $\Lambda$  (ισχύει για όλες τις ηλεκτρικές δυνάμεις, ελκτικές ή απωστικές) –  $\Lambda$  (αναφέρεται στις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ δύο οποιωνδήποτε φορτίων).

**5.23 (Δες θέμα 5.7.)**

$$F = K \frac{q \cdot Q}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{(0,1)^2} \text{ N} \Rightarrow F = 7,2 \text{ N}$$

**5.24** Εφόσον η δύναμη μεταξύ των δύο φορτίων είναι ελκτική και το φορτίο  $q_1$  είναι θετικό, το φορτίο  $q_2$  θα είναι αρνητικό. Ισχύει:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \Rightarrow q_2 = \frac{F \cdot r^2}{K \cdot q_1} \Rightarrow q_2 = \frac{60 \cdot (0,03)^2}{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} \text{ C} \Rightarrow q_2 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Επομένως το ζητούμενο φορτίο είναι:

$$q_2 = -3 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

**5.25** Είναι:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{F} \Rightarrow r^2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{0,4} \text{ m}^2 \Rightarrow r^2 = 0,09 \text{ m}^2 \Rightarrow r = 0,3 \text{ m}$$

**5.26** Έστω  $q_1$  και  $q_2$  τα δύο φορτία. Σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, θα ισχύει:

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \Rightarrow q_1 \cdot q_2 = \frac{F \cdot r^2}{K} \Rightarrow q_1 \cdot q_2 = \frac{1 \cdot (0,3)^2}{9 \cdot 10^9} \text{ C}^2 \Rightarrow q_1 \cdot q_2 = 10^{-11} \text{ C}^2 \quad (1)$$

Επίσης, από την εκφώνηση δίνεται ότι:

$$q_1 + q_2 = 7 \cdot 10^{-6} \text{ C} \quad (2)$$

Με επίλυση του συστήματος των εξισώσεων (1) και (2) προκύπτουν τα ζητούμενα φορτία. Είναι:

$$q_1 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C} \quad \text{και} \quad q_2 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

### 5.27 (Δες θέμα 5.8.)

α. Αφού αντικαθιστούμε μόνο το φορτίο  $q_1$  με άλλο υποτριπλάσιο φορτίο ( $q'_1 = \frac{q_1}{3}$ ), τότε, σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, η δύναμη υποτριπλασιάζεται και γίνεται ίση με:

$$F' = \frac{F}{3} = \frac{1,8 \text{ N}}{3} \Rightarrow F' = 0,6 \text{ N}$$

β. Αφού αντικαθιστούμε μόνο το φορτίο  $q_2$  με άλλο τριπλάσιο φορτίο ( $q'_2 = 3q_2$ ), τότε, σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, η δύναμη τριπλασιάζεται και γίνεται ίση με:

$$F' = 3F = 3 \cdot 1,8 \text{ N} \Rightarrow F' = 5,4 \text{ N}$$

γ. Αφού αντικαθιστούμε το φορτίο  $q_1$  με άλλο υποτριπλάσιο φορτίο ( $q'_1 = \frac{q_1}{3}$ ) και το φορτίο  $q_2$  με άλλο τριπλάσιο φορτίο ( $q'_2 = 3q_2$ ), τότε, σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, η νέα τιμή της ηλεκτρικής δύναμης θα είναι ίση με:

$$F' = K \frac{\frac{q_1}{3} \cdot 3q_2}{r^2} = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Δηλαδή είναι ίση με την αρχική. Άρα:  $F' = 1,8 \text{ N}$ .

### 5.28

α. Αφού αντικαθιστούμε μόνο το φορτίο  $q_1 = +2 \text{ mC}$  με άλλο φορτίο  $q'_1 = +8 \text{ mC}$ , δηλαδή με φορτίο τετραπλάσιο του αρχικού, τότε, σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, η δύναμη τετραπλασιάζεται και γίνεται ίση με:

$$F' = 4F = 4 \cdot 3,6 \text{ N} \Rightarrow F' = 14,4 \text{ N}$$

β. Αφού αντικαθιστούμε μόνο το φορτίο  $q_2 = +8 \text{ mC}$  με άλλο φορτίο  $q'_2 = +2 \text{ mC}$ , δηλαδή με φορτίο υποτετραπλάσιο του αρχικού, τότε, σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, η δύναμη υποτετραπλασιάζεται και γίνεται ίση με:

$$F' = \frac{F}{4} = \frac{3,6}{4} \text{ N} \Rightarrow F' = 0,9 \text{ N}$$

γ. Στην περίπτωση αυτή και σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, ισχύουν:

**Αρχικά:**

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = K \frac{2 \text{ mC} \cdot 8 \text{ mC}}{r^2} = K \frac{16 \text{ mC}^2}{r^2}$$

**Τελικά:**

$$F' = K \frac{q'_1 \cdot q'_2}{r^2} = K \frac{4 \text{ mC} \cdot 4 \text{ mC}}{r^2} = K \frac{16 \text{ mC}^2}{r^2}$$

Δηλαδή η αρχική και η τελική δύναμη έχουν ίδιες τιμές. Επομένως:  $F' = 3,6 \text{ N}$ .

### 5.29 (Δες θέμα 5.9.)

α. Αφού διπλασιάζεται η απόσταση μεταξύ των δύο φορτίων, τότε, σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, υποτετραπλασιάζεται η ηλεκτρική δύναμη μεταξύ των δύο φορτίων και γίνεται ίση με:

$$F' = \frac{F}{4} = \frac{80}{4} \text{ N} \Rightarrow F' = 20 \text{ N}$$

β. Για να τετραπλασιαστεί η ηλεκτρική δύναμη, θα πρέπει η απόσταση μεταξύ των δύο φορτίων να μειωθεί. Μάλιστα, σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, θα πρέπει η απόσταση να γίνει η μισή σε σχέση με την αρχική. Επομένως:

$$r' = \frac{r}{2} = \frac{40 \text{ cm}}{2} \Rightarrow r' = 20 \text{ cm}$$

### 5.30 (Δες θέμα 5.9.)

α. Αφού η απόσταση μεταξύ των δύο

φορτίων γίνεται 90 cm, δηλαδή τριπλάσια της αρχικής, το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, γίνεται εννιά φορές μικρότερο και ίσο με:

$$F' = \frac{F}{9} = \frac{0,18}{9} \text{ N} \Rightarrow F' = 0,02 \text{ N}$$

**β.** Αφού η απόσταση μεταξύ των δύο φορτίων γίνεται 10 cm, δηλαδή υποτριπλάσια της αρχικής, το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης, σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, γίνεται εννιά φορές μεγαλύτερο και ίσο με:

$$F' = 9F = 9 \cdot 0,18 \text{ N} \Rightarrow F' = 1,62 \text{ N}$$

**γ.** Αφού η απόσταση μεταξύ των δύο φορτίων γίνεται 6 cm, δηλαδή πέντε φορές μικρότερη της αρχικής, το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης, σύμφωνα με το νόμο του Κουλόμπ, γίνεται είκοσι πέντε φορές μεγαλύτερο και ίσο με:

$$F' = 25F = 25 \cdot 0,18 \text{ N} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F' = 4,5 \text{ N}$$

## 6. Το ηλεκτρικό πεδίο

- 6.11** α. πεδίο  
β. ένταση  
γ. θετικά – αρνητικά  
δ. μεγαλύτερη  
ε. ομογενές  
στ. ισαπέχουσες  
ζ. δυναμική

**6.12** Σ – Λ (ηλεκτρικό πεδίο δημιουργούν γύρω τους μόνο τα ηλεκτρισμένα σώματα) – Σ – Σ – Λ (ηλεκτρικό πεδίο δημιουργούν και τα αρνητικά φορτισμένα σώματα).

**6.13** Σωστή απάντηση είναι η β.  
Από τη φορά των δυναμικών γραμμών καταλαβαίνουμε ότι το φορτίο Q είναι θετικό, πράγμα που σημαίνει ότι ασκεί απωστική δύναμη σε άλλα θετικά φορτία (πρωτόνιο).

**6.14** Σωστή απάντηση είναι η β.

**6.15** Σωστή απάντηση είναι η α.  
Στο σημείο K οι δυναμικές γραμμές είναι πιο πυκνές, με αποτέλεσμα να είναι μεγαλύτερη και η ηλεκτρική δύναμη που θα δεχτεί ένα φορτίο στο σημείο αυτό και επομένως να είναι μεγαλύτερη και η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.

**6.16** Σωστή απάντηση είναι η γ.  
Στο σημείο M οι δυναμικές γραμμές είναι πιο αραιές, με αποτέλεσμα να είναι μικρότερη και η ηλεκτρική δύναμη που θα δεχτεί ένα φορτίο στο σημείο αυτό.

**6.17** Σωστή απάντηση είναι η β.  
Όσο πιο μακριά βρίσκεται το σημείο από το φορτίο  $-Q$ , τόσο πιο αραιές είναι οι δυναμικές γραμμές του πεδίου στο σημείο αυτό.

**6.18** Σωστή απάντηση είναι η α, γιατί στο σημείο K οι δυναμικές γραμμές είναι πιο πυκνές.

**6.19** Σωστή απάντηση είναι η δ, γιατί οι δυναμικές γραμμές ξεκινούν από τα θετικά φορτία και καταλήγουν στα αρνητικά.

**6.20** Σωστή απάντηση είναι η β.  
Αφού το φορτίο  $-q$  απομακρύνεται από το φορτίο Q, δέχεται απωστική δύναμη, οπότε το φορτίο Q είναι αρνητικό. Όταν όμως ένα ηλεκτρικό πεδίο δημιουργείται από αρνητικό φορτίο, οι δυναμικές γραμμές καταλήγουν στο φορτίο αυτό.

**6.21** Σωστή απάντηση είναι η δ.  
Το ηλεκτρικό πεδίο ενός πυκνωτή είναι ομογενές, πράγμα που σημαίνει ότι σε όλα τα σημεία του πεδίου η ένταση έχει την ίδια τιμή.

**6.22** Σωστή απάντηση είναι η δ.