

## 1.5 Νόμος του Κουλόμπ - 1.6 Το ηλεκτρικό πεδίο

### NOMOI

#### Νόμος του Coulomb:

Μεταξύ δυο οποιωνδήποτε σημειακών ηλεκτρικών φορτίων ασκούνται δυνάμεις που έχουν:

α) Σημεία εφαρμογής τα σημειακά φορτία.  
β) Διεύθυνση την ευθεία που ενώνει τα δυο σημειακά φορτία.

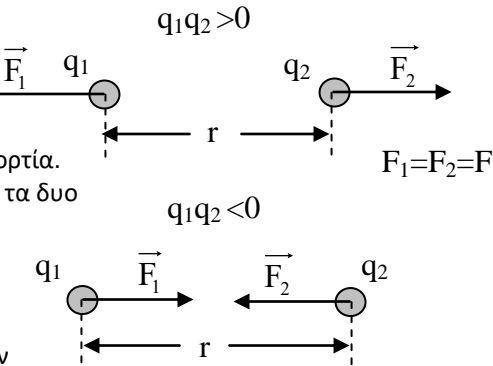
γ) Φορά τέτοια, ώστε οι δυνάμεις να είναι ελκτικές για ετερόνυμα και απωστικές για ομώνυμα φορτία.

δ) Μέτρο ανάλογο με το γινόμενο των φορτίων που αλληλεπιδρούν και αντιστρόφως ανάλογο με το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης, δηλαδή

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

όπου  $k$  μια σταθερά που ονομάζεται ηλεκτρική σταθερά και η αριθμητική τιμή της εξαρτάται από το υλικό μέσα στο οποίο βρίσκονται τα φορτία και από το σύστημα μονάδων που χρησιμοποιούμε. Για το κενό ή τον αέρα και για το S.I. είναι

$$K = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}.$$



### ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικό πεδίο ονομάζεται η περιοχή του χώρου (γύρω από ηλεκτρικά φορτία  $Q$ ) στην οποία ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις σε κάθε φορτισμένο σώμα ( $q$ ) που φέρνουμε μέσα σ' αυτήν.

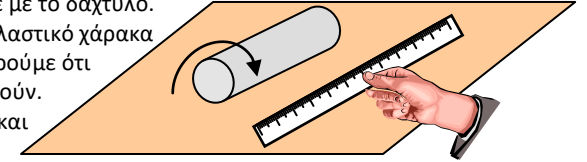
(ΚΑΝΟΥΜΕ ΤΟ ΑΠΛΟ ΠΕΙΡΑΜΑ 1).

### ΑΠΛΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

1. Ένα απλό πείραμα που δείχνει τις ιδιότητες των ηλεκτρικών δυνάμεων και τον τρόπο δράσης τους. Τοποθετούμε έναν χάρτινο κύλινδρο πάνω σε ένα τραπέζι και ελέγχουμε αν κυλά εύκολα, όταν τον σπρώχνουμε με το δάχτυλο.

Πλησιάζουμε στον κύλινδρο έναν πλαστικό χάρακα (ή καλύτερα μια ζελατίνα). Παρατηρούμε ότι τα δυο αντικείμενα δεν αλληλεπιδρούν.

Ηλεκτρίζουμε με τριβή τον χάρακα και τον πλησιάζουμε σιγά – σιγά στο πλάι του χάρτινου κυλίνδρου. Παρατηρούμε ότι τώρα ο φορτισμένος χάρακας αλληλεπιδρά με τον κύλινδρο, ο οποίος αρχίζει να κυλά. Αυτό συμβαίνει επειδή ο κύλινδρος ηλεκτρίζεται με επαγωγή και μεταξύ των δυο αντικειμένων ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις.



Ξαναφορτίζουμε τον χάρακα και προσπαθούμε να κυλήσουμε ένα άδειο αλουμινένιο κουτί αναψυκτικού. Παρατηρούμε ότι ο χάρακας αλληλεπιδρά ελκτικά και με το μεταλλικό δοχείο και μάλιστα η ελκτική δύναμη αυξάνεται όσο ο φορτισμένος χάρακας πλησιάζει.

Τα παραπάνω δείχνουν ότι η ηλεκτρική δύναμη έχει τις εξής ιδιότητες: i) Ασκείται από απόσταση. ii) Εξαρτάται από την απόσταση και είναι πιο ισχυρή σε μικρότερες αποστάσεις, ανεξάρτητα από το υλικό κατασκευής τους και χωρίς να είναι απαραίτητη η ύπαρξη κάποιου υλικού μέσου. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι τα φορτισμένα σώματα «στέλνουν σήματα» στον χώρο γύρω τους και τα «σήματα» αυτά τα λαμβάνουν άλλα σώματα, με αποτέλεσμα την εκδήλωση ηλεκτρικών δυνάμεων. Λέμε ότι στον χώρο γύρω από τα φορτισμένα σώματα δημιουργούνται ηλεκτρικά πεδία, που έχουν την ιδιότητα να ασκούν ηλεκτρικές δυνάμεις.

[ Γενικότερα γύρω από κάθε φορτισμένο σώμα ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις. Έτσι ένα φορτισμένο καλαμάκι πορτοκαλάδας έλκει ελαφρά σώματα που βρίσκονται πολύ κοντά του. Η δράση του κεραυνού, όμως, απλώνεται σε πολύ μεγάλες αποστάσεις γύρω του και μπορεί να προκαλέσει καταστροφές ή να δημιουργήσει παράσιτα στο ραδιόφωνο ή στην τηλεόραση. Να υπενθυμίσουμε επίσης ότι η ηλεκτρική δύναμη είναι διαφορετική από τη μαγνητική. Αυτό μπορούμε να το δούμε με το παραπάνω πείραμα, αν πλησιάσουμε τον φορτισμένο χάρακα σε μια μαγνητική βελόνα, οπότε τα δυο σώματα δεν θα αλληλεπιδράσουν. Ανήκουν, όμως και οι δυο (όπως και η βαρυτική) στην κατηγορία των δυνάμεων από απόσταση. ]

### ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...

1. Γιατί μια θετικά φορτισμένη ράβδος έλκει ένα αφόρτιστο κομμάτι μετάλλου, όταν την πλησιάζουμε σε αυτό;

2. Βρείτε ομοιότητες μεταξύ των μαγνητικών και των ηλεκτρικών δυνάμεων.

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Ένα φορτισμένο σώμα Α ασκεί ηλεκτρική δύναμη σε ένα άλλο, άγνωστο σώμα Β. Τι μπορούμε να συμπεράνουμε για την ηλεκτρική κατάσταση του Β;
- Δυο μικρές σφαίρες έλκονται με δύναμη  $F$ . Αν διπλασιάσουμε το φορτίο της μιας σφαίρας, τότε η δύναμη  $F$ :  
α) θα διπλασιαστεί                      β) θα τετραπλασιαστεί  
γ) θα υποτετραπλασιαστεί            δ) θα παραμείνει σταθερή.
- Δυο μικρές σφαίρες έλκονται με δύναμη  $F$ . Αν διπλασιάσουμε την απόστασή τους, τότε η δύναμη  $F$ :  
α) θα διπλασιαστεί                      β) θα τετραπλασιαστεί  
γ) θα υποτετραπλασιαστεί            δ) θα παραμείνει σταθερή.
- Δυο μικρές σφαίρες έλκονται με δύναμη  $F$ . Αν διπλασιάσουμε το φορτίο και των δύο σφαιρών, τότε η δύναμη  $F$ :  
α) θα διπλασιαστεί                      β) θα τετραπλασιαστεί  
γ) θα υποτετραπλασιαστεί            δ) θα παραμείνει σταθερή.
- Δυο μικρές σφαίρες έλκονται με δύναμη  $F$ . Αν διπλασιάσουμε το φορτίο και των δύο σφαιρών και διπλασιάσουμε και την απόστασή τους, τότε η δύναμη  $F$ :  
α) θα διπλασιαστεί                      β) θα τετραπλασιαστεί  
γ) θα υποτετραπλασιαστεί            δ) θα παραμείνει σταθερή.
- Χαρακτηρίστε τις προτάσεις σωστές ή λανθασμένες:  
α) Η τιμή της σταθεράς αναλογίας  $K$  στον νόμο του Coulomb είναι  $K = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ .  
β) Τα φορτισμένα σώματα αλληλεπιδρούν μέσω των ηλεκτρικών πεδίων που δημιουργούν.  
γ) Ο πυρήνας δημιουργεί γύρω του ένα ηλεκτρικό πεδίο που ασκεί ηλεκτρική δύναμη στα ηλεκτρόνια του ατόμου, όμως τα ηλεκτρόνια δεν δημιουργούν ηλεκτρικό πεδίο που ασκεί ηλεκτρική δύναμη στον πυρήνα.

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ

- Δυο σημειακά ηλεκτρικά φορτία απωθούνται με δύναμη μέτρου  $F = 16 \text{ N}$ . Πόσο θα είναι το μέτρο της δύναμης με την οποία θα απωθούνται, αν τοποθετηθούν σε απόσταση τετραπλάσια της αρχικής;  
[ Απ:  $F' = 1 \text{ N}$  ]
- Δυο μεταλλικές σφαίρες Α και Β είναι φορτισμένες με φορτία  $q_1 = -1 \mu\text{C}$  και  $q_2 = +4 \mu\text{C}$ , αντίστοιχα. Τα κέντρα τους βρίσκονται σε απόσταση  $r = 2 \text{ m}$ . Ποιο είναι το μέτρο της ηλεκτρικής δύναμης που ασκεί η μια στην άλλη; Δίνεται η ηλεκτρική σταθερά  $K = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ .  
[ Απ:  $F = 9 \cdot 10^{-3} \text{ N}$  ]

## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ «ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...»

1. Γνωρίζουμε ότι ένα μέταλλο αποτελείται από ένα πλέγμα θετικών ιόντων, ανάμεσα στα οποία κινούνται τυχαία και με μεγάλες ταχύτητες τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Αυτά τα θετικά ιόντα και τα ηλεκτρόνια προέρχονται από τα αρχικά ουδέτερα άτομα του μετάλλου. Πράγματι, κατά τον σχηματισμό του μετάλλου, καθώς τα άτομα πλησιάζουν, χάνουν ηλεκτρόνια από τις εξωτερικές τροχιές και μετατρέπονται σε θετικά ιόντα.

Ένα κομμάτι μετάλλου συνολικά είναι ουδέτερο. Αν πλησιάσουμε μια θετικά φορτισμένη ράβδο, τότε τα ελεύθερα

ηλεκτρόνια έλκονται και κινούνται προς αυτήν. Έτσι το άκρο του μετάλλου στο οποίο πηγαίνουν τα ηλεκτρόνια ηλεκτρίζεται αρνητικά, επειδή έχει περίσσεια ηλεκτρονίων, ενώ το άκρο από το οποίο έφυγαν ηλεκτρίζεται θετικά, επειδή έχει έλλειμμα ηλεκτρονίων. Στο σύνολό του το μέταλλο παραμένει ηλεκτρικά ουδέτερο.

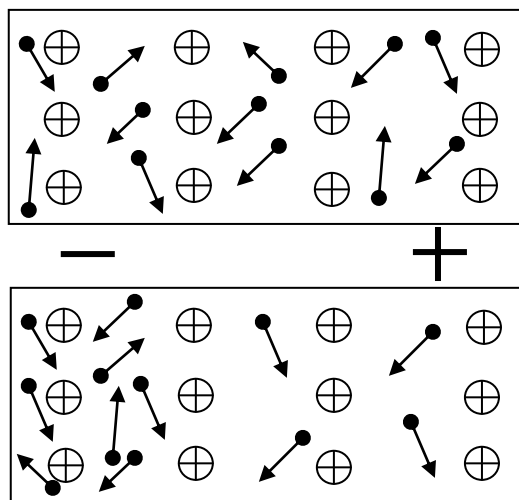
Τα θετικά φορτία της ράβδου έλκουν το αρνητικό άκρο του μετάλλου και απωθούν το θετικό. Όμως, η ελκτική δύναμη είναι μεγαλύτερη από την απωστική, επειδή το αρνητικό άκρο είναι πιο κοντά στη ράβδο. Έτσι συνολικά εκδηλώνεται έλξη μεταξύ της ηλεκτρισμένης ράβδου και του ουδέτερου μετάλλου.

2. Ομοιότητες των μαγνητικών και των ηλεκτρικών δυνάμεων είναι:

α) Δρουν από απόσταση.

β) Ασκοούνται προς όλες τις κατευθύνσεις γύρω από τον μαγνήτη ή από το φορτισμένο σώμα αντίστοιχα, χωρίς να είναι απαραίτητη η ύπαρξη κάποιου υλικού μέσου.

γ) Και οι δυο είναι ελκτικές ή απωστικές.



έλξη

άπωση

δ) Είναι μεγαλύτερες για ισχυρότερους μαγνήτες και για περισσότερο φορτισμένα σώματα αντίστοιχα.

ε) Είναι μεγαλύτερες κοντά στον μαγνήτη ή στο φορτισμένο σώμα και μικρότερες μακριά από αυτά.

στ) Μετριοούνται σε N (Νιούτον), όπως όλες οι δυνάμεις.

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ

1. Αν έχουμε ένα φορτισμένο σώμα A και ένα σώμα B, που δεν γνωρίζουμε αν είναι φορτισμένο ή όχι, και ασκείται ηλεκτρική δύναμη μεταξύ τους, τότε υπάρχουν οι εξής περιπτώσεις: α) Αν τα A και B απωθούνται, τότε και το B είναι φορτισμένο και μάλιστα όμοια με το A. β) Αν τα A και B έλκονται, τότε το B μπορεί να είναι φορτισμένο αντίθετα από το A, αλλά μπορεί να είναι και ουδέτερο. Στην περίπτωση της έλξης, επομένως, δεν μπορούμε να διαπιστώσουμε αν το B είναι φορτισμένο ή όχι.