

Δημήτρης Μαμούρας

# ΦΥΣΙΚΗ ΦΗΛΙΚΗ

Γ'  
γυμνασίου

Απλοποιημένη θεωρία

Λυμένα παραδείγματα

Ερωτήσεις θεωρίας

Άλυτες ασκήσεις

Απαντήσεις ερωτήσεων  
σχολικού βιβλίου



ΕΚΔΟΣΕΙΣ  
**ΖΗΤΗ**

*Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα*

ISBN 978-960-456-203-9

© Copyright, 2010, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Δημήτρης Μαμούρας

---

*Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.*

---

**Φωτοστοιχειοθεσία**

**Εκτύπωση**

**Βιβλιοδεσία**

**Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ**

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαίας

Τ.Θ. 4171 • Περαία Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19

Τηλ.: 2392.072.222 - Fax: 2392.072.229 • e-mail: info@ziti.gr



**www.ziti.gr**

**ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ:**

Αρμενοπούλου 27, 546 35 Θεσσαλονίκη

Τηλ.: 2310.203.720, Fax: 2310.211.305 • e-mail: sales@ziti.gr

**ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ - ΕΝΩΣΗ ΕΚΔΟΤΩΝ ΒΙΒΛΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ:**

Στοά του Βιβλίου (Πεσμαζόγλου 5), 105 64 Αθήνα • Τηλ.-Fax: 210.3211.097

**ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΘΗΝΩΝ - ΠΩΛΗΣΗ ΧΟΝΔΡΙΚΗ:**

Ασκληπιού 60, 114 71 Αθήνα

Τηλ.-Fax: 210.3816.650 • e-mail: athina@ziti.gr

**ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ:** [www.ziti.gr](http://www.ziti.gr)

Το βιβλίο που κρατάτε στα χέρια σας είναι γραμμένο με βάση το σχολικό βιβλίο της Γ' Γυμνασίου.

Επιδιώξή μου είναι:

- ✓ Να παρουσιαστούν οι έννοιες της φυσικής με απλό τρόπο στο μαθητή.
- ✓ Να ξεχωρίσουν τα σημαντικά από τα συμπληρωματικά στοιχεία της θεωρίας έτσι ώστε ο μαθητής να έχει μεν μια λογική συνέχεια της θεωρίας αλλά και να μπορεί να εστιάσει στα σημαντικά.
- ✓ Να δημιουργηθεί ένα πλήρες βοήθημα στο οποίο να υπάρχουν όλα τα επίπεδα ασκήσεων και ερωτήσεων με στόχο να καλύπτεται απόλυτα ο μαθητής της Γ' Γυμνασίου αλλά ταυτόχρονα να προϊδεάζεται για τις απαιτήσεις του Λυκείου.

Για την επίτευξη των στόχων αυτών η δομή του βιβλίου περιλαμβάνει:

- ♦ Πλήρη θεωρία υπό μορφή ερωτήσεων - απαντήσεων
- ♦ Λυμένα παραδείγματα
- ♦ Ερωτήσεις εμπέδωσης της θεωρίας
- ♦ Άλυτες ασκήσεις

Στο τέλος του βιβλίου δίνονται οι απαντήσεις

- ♦ των ερωτήσεων - ασκήσεων του παρόντος βιβλίου,
- ♦ των ερωτήσεων - ασκήσεων του σχολικού βιβλίου.

Ελπίζω το συγκεκριμένο βιβλίο να αποτελέσει για το μαθητή ένα πολύτιμο βοήθθ στην επίτευξη των στόχων του και για το συνάδελφο ένα χρήσιμο εργαλείο.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τη σύζυγό μου, Βασιλική Κουτρουλού, φιλόλογο, για τη συμβολή της και σ' αυτή μου την προσπάθεια.

## Ενότητα 1: Ηλεκτρισμός

### Κεφάλαιο 1: Ηλεκτρική δύναμη και φορτίο

1.1 Γνωριμία με την ηλεκτρική δύναμη .....	3
1.2 Το ηλεκτρικό φορτίο .....	7
1.3 Το ηλεκτρικό φορτίο στο εσωτερικό του ατόμου .....	15
1.4 Τρόποι ηλεκτρίσης .....	24
1.5 Ο Νόμος του Κουλόμπ .....	37
1.6 Το ηλεκτρικό πεδίο .....	47

### Κεφάλαιο 2: Ηλεκτρικό ρεύμα

2.1 Το ηλεκτρικό ρεύμα .....	55
2.2 Ηλεκτρικό κύκλωμα .....	66
2.3 Ηλεκτρικά δίπολα – Αντίσταση – Νόμος του Ωμ .....	78
2.4 Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση ενός αγωγού .....	89
2.5 Εφαρμογές αρχών διατήρησης στη μελέτη απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων .....	102

### Κεφάλαιο 3: Ηλεκτρική ενέργεια

3.1 Θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος .....	119
3.2 Χημικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος .....	136
3.3-4 Μαγνητικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος. Ηλεκτρική και μηχανική ενέργεια .....	139
3.5 Βιολογικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος .....	146
3.6 Ενέργεια και ισχύος του ηλεκτρικού ρεύματος .....	148

## Ενότητα 2: Μηχανικά κύματα – Ταλαντώσεις

### Κεφάλαιο 4: Ταλαντώσεις

4.1 Ταλαντώσεις .....	165
4.2-3 Μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση - Ενέργεια και ταλάντωση .....	170

## **Κεφάλαιο 5: Μηχανικά κύματα**

5.1-2 Μηχανικά κύματα - Κύμα και ενέργεια .....	181
5.3 Χαρακτηριστικά μεγέθη του κύματος .....	187
5.4 Ο ήχος .....	196
5.5 Υποκειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου .....	200

## **Ενότητα 3: Οπτική**

### **Κεφάλαιο 6: Φύση και διάδοση του φωτός**

6.1 Φως: όραση και ενέργεια .....	207
6.2 Διάδοση του φωτός .....	212

### **Κεφάλαιο 7: Ανάκλαση του φωτός**

7.1 Ανάκλαση του φωτός .....	223
7.2 Εικόνες σε καθρέφτες: είδωλα .....	228
7.3 Προσδιορισμός ειδώλου σε κοίλους και κυρτούς καθρέφτες .....	234

### **Κεφάλαιο 8: Διάθλαση του φωτός**

8.1 Διάθλαση του φωτός .....	245
8.2 Εφαρμογές της διάθλασης του φωτός .....	255
8.3-4 Ανάλυση του φωτός - Τα χρώματα .....	263

### **Κεφάλαιο 9: Φακοί και οπτικά όργανα**

9.1 Συγκλίνοντες και αποκλίνοντες φακοί .....	271
9.2 Είδωλα φακών .....	275
9.3 Οπτικά όργανα και το μάτι .....	279

## **Ενότητα 4: Πυρηνικά φαινόμενα - Πυρήνας**

### **Κεφάλαιο 10: Ο ατομικός πυρήνας**

10.1 Περιγραφή του πυρήνα .....	287
10.2 Ραδιενέργεια .....	293
10.3 Βιολογική δράση της ακτινοβολίας .....	299

### **Κεφάλαιο 11: Πυρηνικές αντιδράσεις**

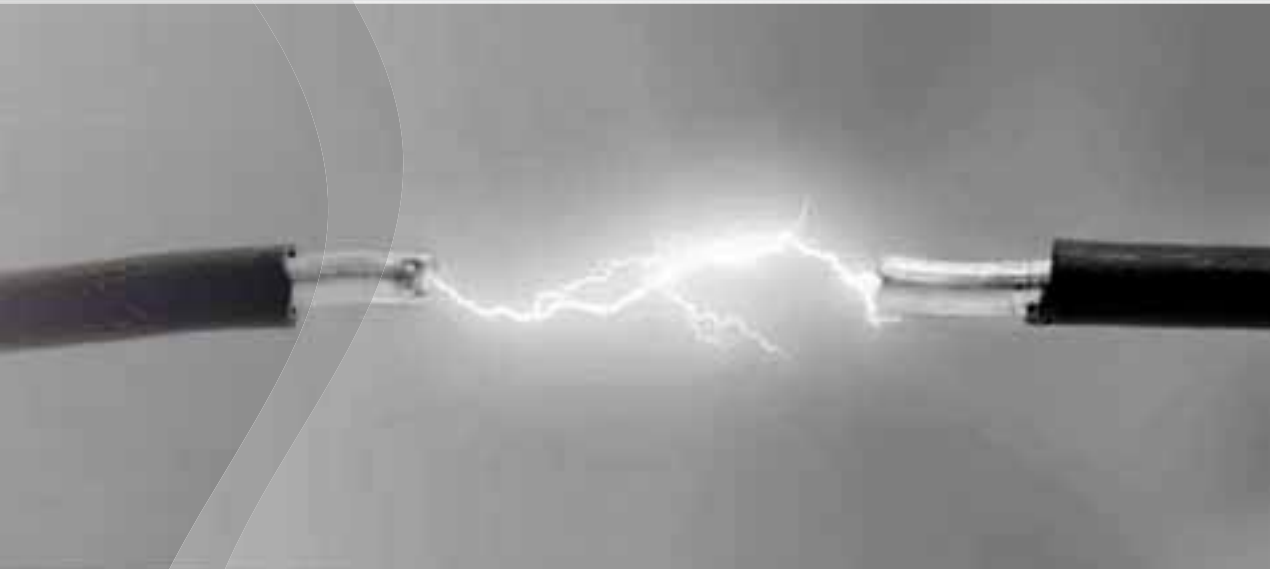
11.1 Ενέργεια και πυρηνικές αντιδράσεις .....	303
---	-----

Απαντήσεις των Ερωτήσεων & Ασκήσεων του βιβλίου .....	319
---	-----

Απαντήσεις των Ερωτήσεων & Ασκήσεων του σχολικού βιβλίου .....	329
--	-----

# ΕΝΟΤΗΤΑ 1

## Ηλεκτρισμός



Ηλεκτρική δύναμη και φορτίο

---

Ηλεκτρικό ρεύμα

---

Ηλεκτρική ενέργεια

---

# Κεφάλαιο 1: Ηλεκτρική δύναμη και φορτίο

## 1.1

### Γνωριμία με την ηλεκτρική δύναμη

#### 1.

#### Πώς πήρε το όνομά του ο ηλεκτρισμός;

Ο ηλεκτρισμός οφείλει το όνομά του στο ήλεκτρο (κεχριμπάρι).

Τον 6<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ., ο Θαλής ο Μιλήσιος παρατήρησε ότι το ήλεκτρο, όταν τρίβεται σε μάλλινο ύφασμα, αποκτά την ιδιότητα να έλκει από απόσταση ελαφρά αντικείμενα (ξερά φύλλα, στάχια, πούπουλα κ.ά.). Τα φαινόμενα αυτά ονομάστηκαν **ηλεκτρικά**.

Η ιστορία του ηλεκτρισμού αρχίζει τον 16<sup>ο</sup> αιώνα με τον **Γκίλμπερτ**, ο οποίος μελέτησε συστηματικά τα ηλεκτρικά φαινόμενα.

#### 2.

#### Ποια σώματα ονομάζονται ηλεκτρισμένα;

##### Πείραμα



- < Τρίβουμε έναν πλαστικό χάρακα στα φύλλα του βιβλίου μας.
- < Πλησιάζουμε το χάρακα σε μικρά χαρτάκια
- < Παρατηρούμε ότι ο χάρακας έλκει και συγκρατεί τα χαρτάκια.

Συμπεραίνουμε ότι **ο χάρακας ασκεί δύναμη στα χαρτάκια**.



**Ηλεκτρισμένα** ονομάζουμε τα σώματα που μετά από τριβή με κάποιο άλλο σώμα αποκτούν την ιδιότητα να έλκουν ελαφρά αντικείμενα.

Η δύναμη που ασκούν τα ηλεκτρισμένα σώματα ονομάζεται **ηλεκτρική**.

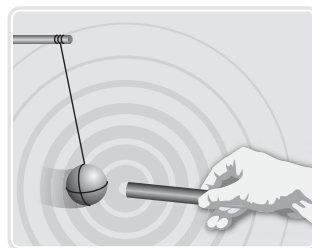
#### 3.

#### Με ποιο όργανο ελέγχουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο;

Το **ηλεκτρικό εκκρεμές** είναι ένα απλό όργανο με το οποίο ελέγχουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο.

Αποτελείται από ένα μικρό μπαλάκι από φελιζόλ, κρεμασμένο σε μια κλωστή. Λόγω της μικρής μάζας του το μπαλάκι μπορεί να κινηθεί πολύ εύκολα.

Πλησιάζουμε στο μπαλάκι το σώμα που θέλουμε να ελέγξουμε αν είναι ηλεκτρισμένο. Αν το σώμα έλκει το μπαλάκι, τότε είναι ηλεκτρισμένο.



#### 4.

#### Ποια τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών δυνάμεων;

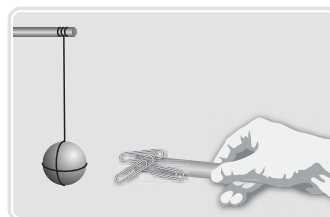
Με απλά πειράματα, σχετιζόμενα με τις ηλεκτρικές δυνάμεις, μπορούμε να διαπιστώσουμε:

##### α. Οι ηλεκτρικές δυνάμεις ασκούνται από απόσταση.

Τρίβουμε ένα πλαστικό χάρακα σε ένα μάλλινο ύφασμα και τον πλησιάζουμε στο μπαλάκι του ηλεκτρικού εκκρεμούς. Παρατηρούμε ότι ο χάρακας έλκει το μπαλάκι, πριν ακόμα έρθει σε επαφή μαζί του. Άρα, του ασκεί δύναμη από απόσταση.

##### β. Οι μαγνήτες δεν ασκούν ηλεκτρικές δυνάμεις.

Η ηλεκτρική δύναμη ασκείται σε διαφορετικά σώματα απ' ό,τι η μαγνητική. Πλησιάζουμε ένα μαγνήτη στο ηλεκτρικό εκκρεμές. Παρατηρούμε ότι δεν έλκει το μπαλάκι. Αντίθετα, ο μαγνήτης έλκει σώματα που περιέχουν σίδηρο, κοβάλτιο ή νικέλιο, έλκει δηλαδή τα υλικά που ονομάζονται σιδηρομαγνητικά.



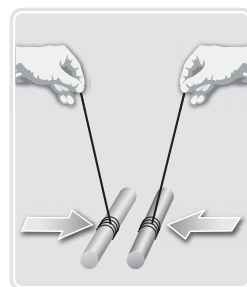
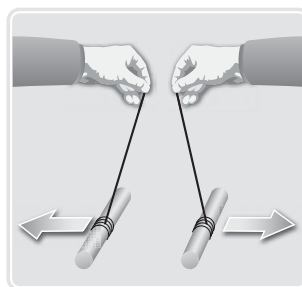
##### γ. Οι ηλεκτρικές δυνάμεις μεταξύ δύο ηλεκτρισμένων σωμάτων μπορούν να είναι ελκτικές ή απωστικές.

Το συμπέρασμα αυτό γίνεται ορατό από τα επόμενα πειράματα.

☑ Τρίβουμε δύο γυάλινες ράβδους με μεταξωτό ύφασμα. Τις πλησιάζουμε και παρατηρούμε ότι απωθούνται. Το ίδιο συμβαίνει αν επαναλάβουμε το πείραμα με δύο πλαστικές ράβδους.

☑ Τρίβουμε μια γυάλινη ράβδο με μεταξωτό ύφασμα και μια πλαστική ράβδο με μάλλινο ύφασμα.

Τις πλησιάζουμε και παρατηρούμε ότι οι δύο ράβδοι έλκονται.







**5.** Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

- A:** ☐ Όλα τα σώματα είναι εκ φύσεως ηλεκτρισμένα.  
**B:** ☐ Το ηλεκτρικό εκκρεμές είναι ηλεκτρισμένο.  
**Γ:** ☐ Η ιστορία του ηλεκτρισμού αρχίζει ουσιαστικά με το Θαλή το Μιλήσιο.  
**Δ:** ☐ Μεταξύ ηλεκτρισμένων σωμάτων ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις.  
**Ε:** ☐ Τα ηλεκτρισμένα σώματα αλληλεπιδρούν με μαγνήτες.  
**ΣΤ:** ☐ Οι ηλεκτρικές δυνάμεις ασκούνται από απόσταση.  
**Ζ:** ☐ Οι ηλεκτρικές δυνάμεις είναι πάντοτε ελκτικές.

**6.** Συμπληρώστε τα κενά στο παρακάτω κείμενο:

Ο ηλεκτρισμός πήρε το όνομά του από το ..... . Η συστηματική μελέτη του ηλεκτρισμού ξεκίνησε τον 16<sup>ο</sup> αιώνα από τον ..... . Διαπιστώθηκε ότι οι ηλεκτρικές δυνάμεις μπορεί να είναι ..... ή ..... και ότι ασκούνται από .....

**7.** Τρίβουμε έναν πλαστικό χάρακα στα φύλλα ενός βιβλίου. Τότε ο χάρακας:

- A:** Απωθεί μικρά χαρτάκια.  
**B:** Έλκει το ηλεκτρικό εκκρεμές.  
**Γ:** Αλληλεπιδρά με έναν μαγνήτη.  
**Δ:** Έλκει το ηλεκτρικό εκκρεμές μόνο αν είναι ηλεκτρισμένο.

**8.** Τρίβουμε μία γυάλινη ράβδο σε έναν μεταξωτό ύφασμα και την πλησιάζουμε σε μια άλλη κρεμασμένη γυάλινη ράβδο. Παρατηρούμε ότι οι δύο ράβδοι:

- A:** Έλκονται, αν και η δεύτερη ράβδος έχει τριφτεί σε μεταξωτό ύφασμα.  
**B:** Δεν αλληλεπιδρούν, αν δεν είναι και οι δύο ηλεκτρισμένες.  
**Γ:** Πρέπει να έρθουν σε επαφή, για να αναπτυχθούν ηλεκτρικές δυνάμεις.  
**Δ:** Απωθούνται πάντα.

**9.** Πλησιάζουμε μία ράβδο σε ένα ηλεκτρικό εκκρεμές και παρατηρούμε ότι έλκει το μπαλάκι του. Αυτό σημαίνει ότι:

- A:** Το μπαλάκι του εκκρεμούς είναι φορτισμένο.

- B:** Η ράβδος είναι ηλεκτρισμένη.
- Γ:** Η ράβδος και το μπαλάκι είναι ηλεκτρισμένα.
- Δ:** Η ράβδος είναι μαγνήτης.

**10.** Με το ηλεκτρικό εκκρεμές ελέγχουμε αν ένα σώμα:

- A:** Είναι ηλεκτρισμένο.
- B:** Είναι μαγνήτης.
- Γ:** Μπορεί να ασκήσει ηλεκτρική δύναμη σε ένα άλλο αφόρτιστο σώμα.
- Δ:** Ασκεί ελκτικές δυνάμεις.

**11.** Για ποια από τα παρακάτω φαινόμενα είναι υπεύθυνο το ηλεκτρικό φορτίο:

- A:** Μία ράβδος έλκει το μπαλάκι του ηλεκτρικού εκκρεμούς.
- B:** Ένας μαγνήτης έλκει μεταλλικούς συνδετήρες.
- Γ:** Όταν χτενίζουμε τα μαλλιά μας, έλκονται από τη χτένα.
- Δ:** Όταν τρίβουμε τον πλαστικό χάρακα στα φύλλα του τετραδίου, έλκει μικρά χαρτάκια.
- E:** Η δημιουργία της αστραπής κατά τις καταιγίδες.

# 1.2

## Το ηλεκτρικό φορτίο

1.

Τι είναι το ηλεκτρικό φορτίο;

Το ηλεκτρικό φορτίο είναι ένα φυσικό μέγεθος με το οποίο μετράμε την ιδιότητα των σωμάτων να αλληλεπιδρούν με ηλεκτρικές δυνάμεις.

- ▶ Όταν δύο σώματα έχουν ηλεκτρικό φορτίο, αλληλεπιδρούν με ηλεκτρικές δυνάμεις.
- ▶ Το ηλεκτρικό φορτίο **συμβολίζεται** με το γράμμα  $q$  ή  $Q$ .

Ένα σώμα που έχει ηλεκτρικό φορτίο ονομάζεται **φορτισμένο**.

Δηλαδή, τα φορτισμένα σώματα αλληλεπιδρούν με ηλεκτρικές δυνάμεις.

2.

Πόσα είδη ηλεκτρικού φορτίου υπάρχουν στη φύση;

Στη φύση υπάρχουν **τουλάχιστον δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου, το θετικό και το αρνητικό**.

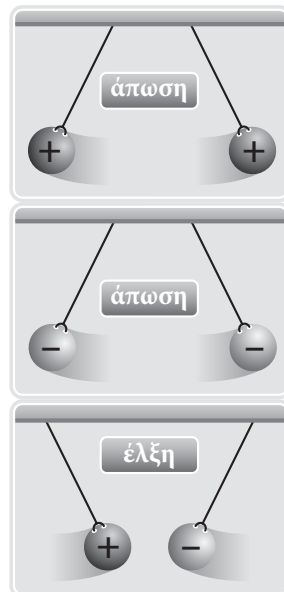
- Γνωρίζουμε ότι οι ηλεκτρικές δυνάμεις είναι ελκτικές ή απωστικές. Είδαμε ότι δύο φορτισμένες γυάλινες ράβδοι απωθούνται (όπως και δύο πλαστικές), ενώ μια φορτισμένη γυάλινη ράβδος έλκει μια φορτισμένη πλαστική. Άρα, στις ράβδους εμφανίζεται διαφορετικό φορτίο που μεταβάλλει το είδος της δύναμης που θα αναπτυχθεί.

**Θετικό** ονομάζεται το φορτίο που αναπτύσσεται σε γυάλινη ράβδο, όταν την τρίβουμε με μεταξωτό ύφασμα. Όλα τα σώματα που φορτίζονται όμοια με τη γυάλινη ράβδο ονομάζονται **θετικά φορτισμένα**.

**Αρνητικό** ονομάζεται το φορτίο που αναπτύσσεται σε πλαστική ράβδο, όταν την τρίβουμε με μάλλινο ύφασμα. Όλα τα σώματα που φορτίζονται όμοια με την πλαστική ράβδο ονομάζονται **αρνητικά φορτισμένα**.

Δύο ηλεκτρικά φορτισμένα σώματα:

- ▶ **Απωθούνται** μεταξύ τους, αν έχουν φορτίο του ίδιου είδους (θετικό-θετικό ή αρνητικό-αρνητικό).
- ▶ **Έλκονται** μεταξύ τους, αν έχουν φορτίο διαφορετικού είδους (θετικό-αρνητικό).



### 3.

#### Πώς μετράμε το ηλεκτρικό φορτίο;

##### Πείραμα



- < Τρίβουμε ένα πλαστικό χάρακα ελαφρά στις σελίδες του βιβλίου μας.
- < Πλησιάζουμε τον χάρακα σε ένα ηλεκτρικό εκκρεμές. Παρατηρούμε ότι αυτό αποκλίνει.
- < Τρίβουμε περισσότερο τον χάρακα στο βιβλίο μας και επαναλαμβάνουμε το πείραμα, προσπαθώντας να κρατήσουμε την ίδια απόσταση από το εκκρεμές.
- < Παρατηρούμε ότι το εκκρεμές αποκλίνει περισσότερο.



Οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι με εντονότερο τρίψιμο ο χάρακας απέκτησε περισσότερο φορτίο. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να έλκει ισχυρότερα το ηλεκτρικό εκκρεμές.

**Δηλαδή: Η ηλεκτρική δύναμη με την οποία αλληλεπιδρά ένα φορτισμένο σώμα, είναι ανάλογη του ηλεκτρικού του φορτίου.**

- ♦ Άρα, όσο περισσότερο φορτίο έχει ένα σώμα, τόσο πιο ισχυρά αλληλεπιδρά με ένα άλλο (για την ίδια απόσταση).
- ♦ Βάσει αυτού, μπορούμε να συγκρίνουμε (άρα και να μετρήσουμε) τα φορτία δύο σωμάτων, μετρώντας τις ηλεκτρικές δυνάμεις που ασκούν σε ένα τρίτο σώμα κάτω από τις ίδιες συνθήκες (από την ίδια απόσταση και μέσα στο ίδιο υλικό μέσο).

### 4.

#### Με ποια μονάδα μετράμε το ηλεκτρικό φορτίο στο S.I.;

Η **μονάδα** του ηλεκτρικού φορτίου στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) είναι το **Κουλόμπ** (Coulomb). Συμβολίζεται με το γράμμα C.

Επειδή η μονάδα φορτίου 1 C είναι πολύ μεγάλη, συχνά χρησιμοποιούμε υποπολλαπλάσιά του:

- <  $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$  (μικροκουλόμπ)
- <  $1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$  (νανοκουλόμπ)

Για παράδειγμα, μια φορτισμένη με τριβή γυάλινη ράβδος αποκτά φορτίο **μερικά nC**.

## 5.

### Πώς περιγράφουμε το είδος του φορτίου ενός ηλεκτρικού σώματος;

Για να περιγράψουμε το είδος του φορτίου που έχει ένα σώμα, χρησιμοποιούμε το **πρόσημο (+) για το θετικό φορτίο** και το **πρόσημο (-) για το αρνητικό**.

Για παράδειγμα:

- ✓ μία γυάλινη ράβδος μετά από τριβή με μεταξωτό ύφασμα αποκτά θετικό φορτίο  $q = +3 \text{ nC}$ ,
- ✓ μία πλαστική ράβδος μετά από τριβή με μάλλινο ύφασμα αποκτά αρνητικό φορτίο  $q = -3 \text{ nC}$ .

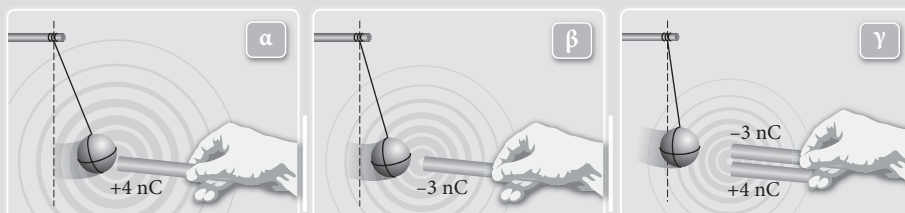
## 6.

### Τι είναι το ολικό φορτίο δύο ή περισσότερων σωμάτων;

#### Πείραμα



- < Πλησιάζουμε σε ένα ηλεκτρικό εκκρεμές μία θετικά φορτισμένη γυάλινη ράβδο.
- < Επαναλαμβάνουμε το πείραμα με μία αρνητικά φορτισμένη πλαστική ράβδο.
- < Επαναλαμβάνουμε το πείραμα κρατώντας μαζί τη γυάλινη και την πλαστική ράβδο.
- < Παρατηρούμε ότι στην τρίτη περίπτωση η απόκλιση του εκκρεμούς είναι πολύ μικρότερη.



Δηλαδή, το συνολικό φορτίο των δύο ράβδων δείχνει μικρότερο από το φορτίο της κάθε ράβδου χωριστά.

**Το ολικό φορτίο δύο ή περισσότερων φορτισμένων σωμάτων ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των φορτίων τους.**

Για παράδειγμα, αν ένα σώμα έχει φορτίο  $q_1 = +4 \text{ nC}$  και ένα άλλο έχει φορτίο  $q_2 = -3 \text{ nC}$ , τότε το ολικό φορτίο και των δύο μαζί είναι:

$$q = q_1 + q_2 = (+4 \text{ nC}) + (-3 \text{ nC}) = +1 \text{ nC}.$$

**Ένα σώμα ή το σύνολο σωμάτων ονομάζεται ηλεκτρικά ουδέτερο, αν το συνολικό φορτίο είναι ίσο με μηδέν.**



### 7.

Διαθέτουμε τέσσερα φορτισμένα σώματα Α, Β, Γ και Δ. Αν το Α έλκεται με το Β, το Β έλκεται με το Γ και το Γ έλκεται με το Δ:

- α) Τι είδους αλληλεπίδραση αναπτύσσεται μεταξύ των Α και Δ;
- β) Αν το Γ είναι θετικά φορτισμένο, να βρείτε το είδος του ηλεκτρικού φορτίου των υπολοίπων σωμάτων.

Απάντηση:

- α. Το Α έλκεται με το Β, άρα τα φορτία τους είναι ετερόσημα.  
Το Β έλκεται με το Γ, άρα είναι ετερόσημα.  
Επομένως, τα φορτία των Α και Γ είναι ομόσημα.  
Το Γ έλκεται με το Δ, άρα τα φορτία τους είναι ετερόσημα.  
Επομένως και τα φορτία των Α και Δ είναι ετερόσημα. Μεταξύ των Α και Δ αναπτύσσεται ελκτική δύναμη.
- β. Αν το Γ είναι θετικά φορτισμένο, το Β και το Δ είναι αρνητικά φορτισμένα (αφού έλκονται με το Γ) και το Α είναι θετικά φορτισμένο (αφού έλκεται με το Β).

### 8.

Τρία σώματα Α, Β και Γ έχουν φορτία  $q_A = -4 \text{ nC}$ ,  $q_B = +7 \text{ nC}$  και  $q_\Gamma$  αντίστοιχα.

- α) Πόσο είναι το ολικό φορτίο του συστήματος των σωμάτων Α και Β;
- β) Αν το σύστημα των σωμάτων Α, Β και Γ είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, να υπολογίσετε το φορτίο  $q_\Gamma$ .

Απάντηση:

- α. Το ολικό φορτίο ενός συστήματος σωμάτων ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των φορτίων τους:

$$q_{AB} = q_A + q_B = (-4 \text{ nC}) + (+7 \text{ nC}) = +3 \text{ nC}.$$

- β. Το ολικό φορτίο ενός ηλεκτρικά ουδέτερου συστήματος σωμάτων είναι ίσο με μηδέν:

$$q = 0 \quad \text{ή} \quad q_A + q_B + q_\Gamma = 0 \quad \text{ή} \quad q_\Gamma = -q_A - q_B \quad \text{ή} \\ q_\Gamma = -(-4 \text{ nC}) - (+7 \text{ nC}) = -3 \text{ nC}.$$



## Ερωτήσεις

- 9.** Ποιο φυσικό μέγεθος μετρά την ιδιότητα των σωμάτων να αναπτύσσουν ηλεκτρικές δυνάμεις; Ποια είναι η μονάδα μέτρησής του στο S.I.;
- 10.** Ποιους παράγοντες πρέπει να διατηρήσουμε σταθερούς, ώστε να μπορέσουμε να μετρήσουμε το ηλεκτρικό φορτίο με τη βοήθεια της ηλεκτρικής δύναμης;
- 11.** Με πόσα μικροκουλόμπ ισοδυναμεί το 1 C; Με πόσα νανοκουλόμπ ισοδυναμεί 1 μικροκουλόμπ;
- 12.** Ένα σύστημα δύο φορτισμένων σωμάτων A, B είναι ηλεκτρικά ουδέτερο. Χαρακτηρίστε τις επόμενες προτάσεις που αναφέρονται σ' αυτό ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ):
- A:** ☐ Τα δύο σώματα έχουν ετερόσημα φορτία.
- B:** ☐ Το σύστημα έχει συνολικό φορτίο μηδέν.
- Γ:** ☐ Τα σώματα A και B απωθούνται.
- Δ:** ☐ Αν το σώμα A έχει φορτίο  $+4\mu\text{C}$ , το σώμα B έχει φορτίο  $-4\mu\text{C}$ .
- E:** ☐ Αν το σώμα A έχει φορτίο  $+4\mu\text{C}$ , το σύστημα έχει φορτίο  $+8\mu\text{C}$ .
- 13.** Συμπληρώστε τα κενά στο παρακάτω κείμενο:
- Το μέγεθος που μετρά την ιδιότητα των σωμάτων να αναπτύσσουν ηλεκτρικές δυνάμεις είναι το ηλεκτρικό ..... Διακρίνουμε δύο είδη αυτού, το ..... και το ..... Όταν τρίβουμε δύο γυάλινες ράβδους σε μεταξωτό ύφασμα, οι ράβδοι αποκτούν ..... Οι δύο φορτισμένες ράβδοι ασκούν πλέον μεταξύ τους ..... δυνάμεις.
- 14.** Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).
- A:** ☐ Ένα σώμα που ασκεί δύναμη σε ένα άλλο είναι ηλεκτρισμένο.
- B:** ☐ Δύο γυάλινες ράβδοι που τρίβονται σε μεταξωτό πανί απωθούνται.
- Γ:** ☐ Μία πλαστική ράβδος που τρίβεται σε μάλλινο ύφασμα, αποκτά θετικό φορτίο.
- Δ:** ☐ Υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου.
- E:** ☐ Τα θετικά φορτισμένα σώματα αποτελούνται από γυαλί.

**15.** Αν δύο σώματα αλληλεπιδρούν με απωστικές ηλεκτρικές δυνάμεις, τότε:

**A:** Το ένα από τα δύο έχει θετικό φορτίο. **Γ:** Έχουν το ίδιο είδος φορτίου.

**B:** Το ένα από τα δύο έχει αρνητικό φορτίο. **Δ:** Έχουν αντίθετα φορτία.

**16.** Διαθέτουμε τρία φορτισμένα σώματα Α, Β και Γ. Αν το Α έλκει το Β και το Β έλκει το Γ, τότε το Α με το Γ:

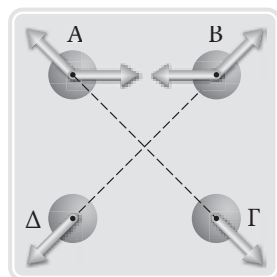
**A:** Έλκονται. **B:** Απωθούνται. **Γ:** Δεν αλληλεπιδρούν.

**Δ:** Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε πώς αλληλεπιδρούν.

**17.** Στο σχήμα φαίνονται οι ηλεκτρικές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ τεσσάρων φορτισμένων σωμάτων.

**α)** Σημειώστε τις δυνάμεις που λείπουν.

**β)** Αν το σώμα Α είναι θετικά φορτισμένο, πώς είναι φορτισμένο το σώμα Γ;



**18.** Διαθέτουμε τρία φορτισμένα σώματα Α, Β, Γ. Υπάρχει συνδυασμός φορτίων, ώστε να μην αναπτύσσονται απωστικές δυνάμεις μεταξύ τους;

**19.** Θετικά φορτισμένα χαρακτηρίζονται τα σώματα:

**A:** Που έχουν το ίδιο είδος φορτίου με το πλαστικό που τρίβεται σε μάλλινο ύφασμα.

**B:** Που τρίβονται σε μεταξωτό ύφασμα και αποκτούν φορτίο.

**Γ:** Που έλκονται με μια πλαστική ράβδο που τρίφτηκε σε μάλλινο ύφασμα.

**Δ:** Που έλκονται με μια γυάλινη ράβδο τρίφτηκε σε μεταξωτό ύφασμα.

**20.** Συμπληρώστε τα κενά στο παρακάτω κείμενο:

Η μέτρηση του ηλεκτρικού φορτίου στηρίζεται στη σύγκριση ηλεκτρικών ..... , οι οποίες είναι ..... του ηλεκτρικού φορτίου. Μονάδα του ηλεκτρικού φορτίου στο S.I είναι το .....

**21.** Συμπληρώστε τα κενά στο παρακάτω κείμενο:

Το ..... φορτίο δύο σωμάτων ισούται με το ..... άθροισμα των φορτίων τους. Όταν αυτό είναι ίσο με μηδέν, το σύστημα χαρακτηρίζεται ηλεκτρικά .....



**22.** Χαρακτηρίστε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

- A:** ☐ Όταν ένα σώμα Α έλκει το σώμα Β περισσότερο από ότι το σώμα Γ έλκει το Β, το σώμα Α έχει ίδιο είδος φορτίου με το Γ αλλά το φορτίο του Α είναι μεγαλύτερο από το φορτίο του Γ.
- B:** ☐ Η ηλεκτρική δύναμη που ασκεί ένα ηλεκτρισμένο σώμα είναι ανάλογη του φορτίου του.
- Γ:** ☐ Μονάδα του ηλεκτρικού φορτίου στο S.I. είναι το 1  $\mu\text{C}$ .
- Δ:** ☐ Το 1  $\mu\text{C}$  είναι το ένα δισεκατομμυριοστό του 1 C.
- E:** ☐ Το ολικό φορτίο ενός συστήματος σωμάτων είναι πάντα ίσο με μηδέν.
- ΣΤ:** ☐ Το ολικό φορτίο ενός συστήματος σωμάτων είναι πάντα θετικό.
- Z:** ☐ Αν δύο ηλεκτρισμένα σώματα έλκονται, τότε το ολικό φορτίο του συστήματος των δύο σωμάτων είναι ίσο με μηδέν.

**23.** Η ηλεκτρική δύναμη που ασκεί ένα φορτισμένο σώμα σε ένα άλλο:

- A:** Είναι ανάλογη του φορτίου του.
- B:** Είναι πάντα ελκτική.
- Γ:** Είναι μεγαλύτερη, όταν το φορτίο είναι θετικό.
- Δ:** Είναι μεγαλύτερη, όταν τα σώματα απωθούνται.

**24.** Όταν τρίβουμε μία γυάλινη ράβδο σε ένα μεταξωτό ύφασμα, η ράβδος αποκτά φορτίο:

**A:**  $+2\mu\text{C}$ , **B:**  $-2\text{nC}$ , **Γ:**  $-2\text{C}$ , **Δ:**  $+2\text{nC}$

Επιλέξτε την πιο λογική απάντηση.

**25.** Μία γυάλινη ράβδος έχει φορτίο  $+4\text{nC}$ . Μία πλαστική ράβδος έχει φορτίο  $-2\text{nC}$ . Το ολικό φορτίο του συστήματος των ράβδων είναι:

**A:**  $+6\text{nC}$ , **B:**  $-6\text{nC}$ , **Γ:**  $+2\text{nC}$ , **Δ:**  $-2\text{nC}$

**26.** Δύο φορτισμένα σώματα Α και Β έλκονται. Το ολικό φορτίο του συστήματος είναι:

- A:** Ίσο με μηδέν. **B:** Θετικό. **Γ:** Αρνητικό.
- Δ:** Ίσο με το αλγεβρικό άθροισμα των φορτίων των σωμάτων.

**27.** Το σύστημα τριών φορτισμένων σωμάτων Α, Β και Γ έχει ολικό φορτίο ίσο με μηδέν. Αν  $q_A = -6\mu\text{C}$  και  $q_B = -2\mu\text{C}$  τότε:

**A:**  $q_\Gamma = -8\mu\text{C}$ , **B:**  $q_\Gamma = +8\mu\text{C}$ , **Γ:** Το Α με το Γ έλκονται. **Δ:** Το Β με το Γ έλκονται.

Ποια πρόταση είναι λανθασμένη;



## Ασκήσεις για λύση

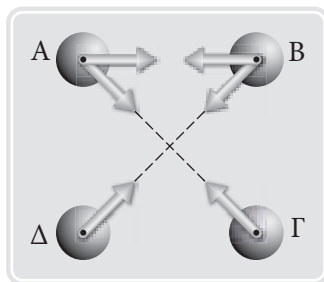
**28.** Το σώμα Α έχει φορτίο  $+12 \mu\text{C}$  και έλκεται με το σώμα Β. Αν το σύστημα των σωμάτων Α, Β έχει ολικό φορτίο  $+8 \mu\text{C}$ , πόσο είναι το φορτίο του σώματος Β;

**29.** Ένα σύστημα σωμάτων Α, Β, Γ έχει ολικό φορτίο ίσο με  $-8 \text{ nC}$ . Αν  $q_A = -2 \text{ nC}$  και  $q_B = +7 \text{ nC}$ , να υπολογίσετε:

**α)** Το φορτίο  $q_\Gamma$ .

**β)** Το φορτίο ενός σώματος Δ, ώστε το σύστημα των σωμάτων Α, Β, Γ και Δ να είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.

**30.** Στη διάταξη του σχήματος μεταξύ των φορτισμένων σωμάτων Α, Β, Γ και Δ αναπτύσσονται οι ελκτικές ή απωστικές δυνάμεις που περιγράφονται με τα διανύσματα.



**α)** Πόσες δυνάμεις πρέπει να συμπληρώσουμε στο σχήμα, ώστε να απεικονίζονται όλες οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των σωμάτων;

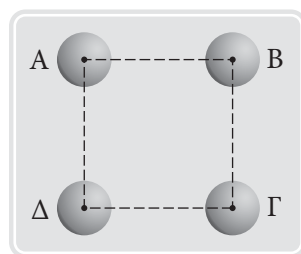
**β)** Αν το σώμα Α είναι θετικά φορτισμένα, πώς είναι φορτισμένα τα υπόλοιπα σώματα;

**γ)** Αν ισχύει  $|q_A| = |q_B| = |q_\Gamma| = |q_\Delta|$ , πόσο είναι το ολικό φορτίο του συστήματος;

**31.** Τα φορτισμένα σώματα Α, Β, Γ και Δ βρίσκονται στις κορυφές του τετραγώνου του σχήματος.

**α)** Αν η δύναμη που δέχεται το Β από το Α είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη που δέχεται από το Γ, πώς συγκρίνονται τα φορτία Α και Γ;

**β)** Αν η δύναμη που δέχεται το Β από το Α είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη που δέχεται από το Δ, μπορούμε να πούμε ότι το φορτίο του Α είναι μεγαλύτερο από το φορτίο του Δ;



**32.** Όμοιες πλαστικές σφαίρες έχουν όλες το ίδιο φορτίο  $-2 \text{ nC}$ . Πόσες τέτοιες σφαίρες έχουν ολικό φορτίο  $-4 \mu\text{C}$ ;