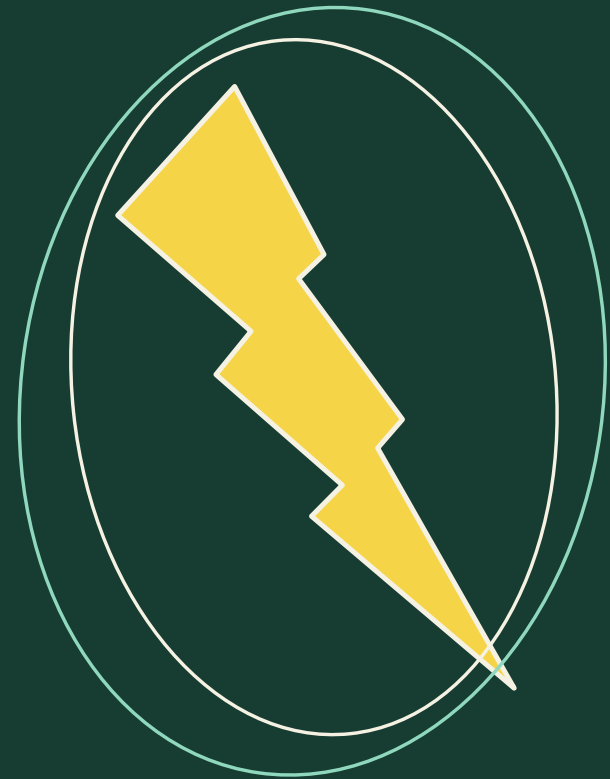


# ΦΥΣΙΚΗ

## Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

---

**Συντάκτρια: Νίκη Μαργαρίτη**



ΜΑΘΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ κεφάλαιο 1.

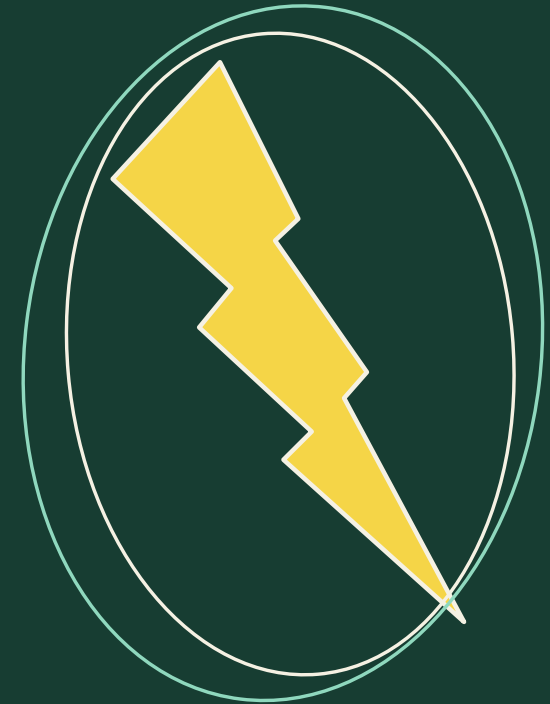
# ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ  
(1.1-1.3)

---

ΣΥΝΤΑΚΤΡΙΑ ΔΙΑΦΑΝΕΙΩΝ

**Νίκη Μαργαρίτη**



# Η σπίθα της ανακάλυψης

3

Από την αρχαιότητα, οι άνθρωποι παρατήρησαν ότι το ήλεκτρο, όταν τριβόταν, μπορούσε να έλκει ελαφρά αντικείμενα.

**Αυτή η απλή παρατήρηση αποτέλεσε την αρχή της μελέτης των ηλεκτρικών φαινομένων.**



τριβή → ηλεκτρική έλξη

# Το ήλεκτρο και ο Θαλής ο Μιλήσιος

4

## ΗΛΕΚΤΡΟΝ

Οι αρχαίοι Έλληνες ονόμαζαν το κεχριμπάρι «ήλεκτρον».

Η παράδοση συνδέει τον Θαλή τον Μιλήσιο με την παρατήρηση ότι, όταν το ήλεκτρο τρίβεται με ύφασμα, μπορεί να έλκει ελαφρά αντικείμενα.

παρατήρηση → ερώτημα → φυσική  
εξήγηση



## ΘΑΛΗΣ Ο ΜΙΛΗΣΙΟΣ

Μια πρώιμη παρατήρηση ηλεκτρικής έλξης

# Ο πρώτος συστηματικός ερευνητής

5

Ο Γουίλιαμ Γκίλμπερτ μελέτησε τον ηλεκτρισμό πειραματικά και βοήθησε να ξεχωρίσουν τα ηλεκτρικά φαινόμενα από άλλα φυσικά φαινόμενα.

## ΓΟΥΙΛΙΑΜ ΓΚΙΛΜΠΕΡΤ

η παρατήρηση γίνεται συστηματικό πείραμα



### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Τα φαινόμενα καταγράφονται.



### ΠΕΙΡΑΜΑ

Η μελέτη γίνεται ελεγχόμενα.



### ΔΙΑΚΡΙΣΗ

Ο ηλεκτρισμός ξεχωρίζει από άλλα φαινόμενα.



### ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Αρχίζει η συστηματική έρευνα.



**Ο ηλεκτρισμός γίνεται αντικείμενο επιστημονικής έρευνας.**

# Όταν η τριβή δημιουργεί δράση

6



## ΜΙΚΡΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Όταν τρίβουμε έναν πλαστικό χάρακα σε ύφασμα ή χαρτί, ο χάρακας μπορεί να έλξει μικρά χαρτάκια.

**Τότε λέμε ότι το σώμα έχει ηλεκτριστεί.**

1 ΤΡΙΒΗ

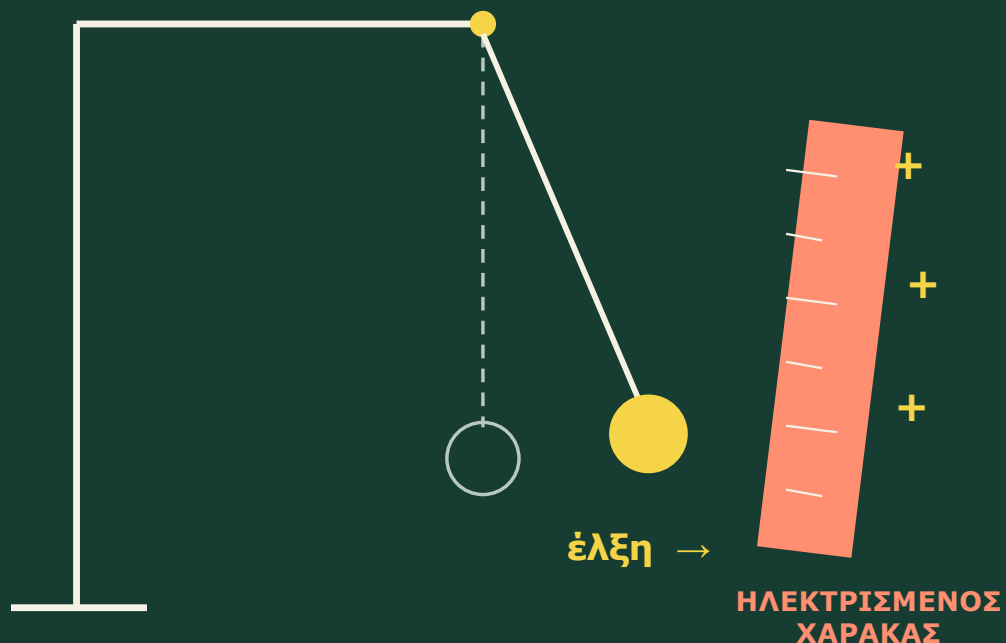
2 ΕΛΞΗ

3 ΗΛΕΚΤΡΙΣΗ

# Το πείραμα που αποκαλύπτει το φορτίο

07

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΚΚΡΕΜΕΣ



## ΑΠΛΟΣ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ

Το ηλεκτρικό εκκρεμές μάς βοηθά να διαπιστώσουμε αν ένα σώμα είναι ηλεκτρισμένο.

**Αν το ελαφρύ μπαλάκι κινηθεί προς το σώμα, υπάρχει ηλεκτρική αλληλεπίδραση.**

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ → ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ**

# Δύναμη χωρίς άγγιγμα

8

**Η ηλεκτρική δύναμη  
μπορεί να δρα από  
απόσταση.**

Ένα ηλεκτρισμένο σώμα μπορεί να προκαλέσει κίνηση χωρίς να αγγίξει το άλλο σώμα.

**Η δύναμη δεν χρειάζεται  
επαφή.**



# Ηλεκτρισμός ή μαγνητισμός;

9

Οι ηλεκτρικές και οι μαγνητικές δυνάμεις μοιάζουν επειδή μπορούν να δράσουν από απόσταση, όμως δεν ασκούνται στα ίδια σώματα και δεν έχουν την ίδια αιτία.

| ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ                         | ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ                          |
|------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Ασκείται σε ηλεκτρικά φορτισμένα σώματα. | Ασκείται σε μαγνήτες και μαγνητικά υλικά. |
| <b>Αιτία: το ηλεκτρικό φορτίο.</b>       | <b>Αιτία: οι μαγνητικές ιδιότητες.</b>    |
| Μπορεί να προκαλέσει έλξη ή άπωση.       | Μπορεί να προκαλέσει έλξη ή άπωση.        |

**ΚΟΙΝΟ: και οι δύο μπορούν να δράσουν από απόσταση.**  
Δεν είναι όμως η ίδια δύναμη.

# Έλξη ή άπωση;

10

Τα φορτισμένα σώματα μπορεί να έλκονται ή να απωθούνται. Η συμπεριφορά τους εξαρτάται από το είδος του ηλεκτρικού φορτίου που έχουν.

## ΕΛΞΗ

αντίθετα φορτία



## ΑΠΩΣΗ

όμοια φορτία



**Το είδος του φορτίου καθορίζει αν τα σώματα έλκονται ή απωθούνται.**

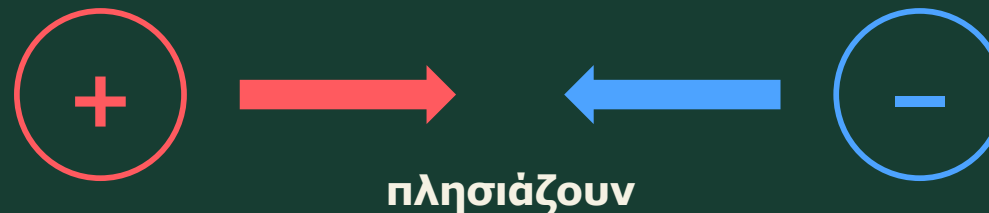
# Τα δύο «πρόσωπα» του φορτίου

11

Υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου: θετικό (+) και αρνητικό (-). Τα όμοια φορτία απωθούνται, ενώ τα αντίθετα φορτία έλκονται.

**ΑΝΤΙΘΕΤΑ → ΕΛΞΗ**

θετικό + αρνητικό



**ΟΜΟΙΑ → ΑΠΩΣΗ**

δύο θετικά φορτία



**Κόκκινο: θετικό (+) · Μπλε: αρνητικό (-)**

# Γυαλί και πλαστικό: έλξη ή άπωση;

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1**

Αλληλεπίδραση φορτισμένων ράβδων

| Υλικό φορτισμένης ράβδου           | Γυαλί | Πλαστικό |
|------------------------------------|-------|----------|
| Γυαλί (+) που τρίφτηκε σε μετάξι   | άπωση | έλξη     |
| Πλαστικό (-) που τρίφτηκε σε μαλλί | έλξη  | άπωση    |

Όμοια υλικά → άπωση • διαφορετικά υλικά → έλξη

# Το φορτίο ως φυσικό μέγεθος

13

Το ηλεκτρικό φορτίο είναι μια ιδιότητα της ύλης που εξηγεί τις ηλεκτρικές αλληλεπιδράσεις. Συμβολίζεται συνήθως με  $q$  ή  $Q$ .

Η ύλη αποτελείται από σωματίδια



κόκκινο: θετικό (+)    μπλε: αρνητικό (-)

ΣΥΜΒΟΛΟ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

$q$  ή  $Q$

Το φορτίο καθορίζει πώς αλληλεπιδρούν τα ηλεκτρισμένα σώματα.

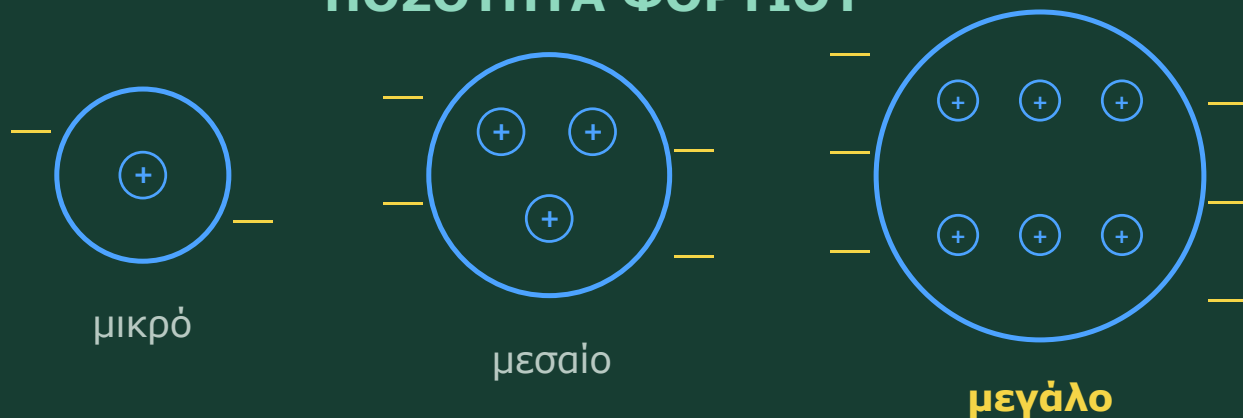
Το φορτίο είναι το «κλειδί» των ηλεκτρικών αλληλεπιδράσεων.

# Πώς μετράμε το φορτίο;

14

Όσο μεγαλύτερο είναι το ηλεκτρικό φορτίο ενός σώματος, τόσο ισχυρότερη μπορεί να είναι η ηλεκτρική του δράση. Η μονάδα μέτρησης είναι το Κουλόμπ (C).

## ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΦΟΡΤΙΟΥ



## ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

**Κουλόμπ**

**C**

φορτίο  $q$  σε Κουλόμπ

περισσότερο φορτίο → ισχυρότερη ηλεκτρική δράση

**Η μέτρηση μάς επιτρέπει να συγκρίνουμε φορτία επιστημονικά.**

# Μικρές μονάδες, μεγάλη σημασία

15

Το 1 C είναι πολύ μεγάλη ποσότητα φορτίου, γι' αυτό συχνά χρησιμοποιούμε μικρότερες μονάδες, όπως το  $\mu\text{C}$  και το  $\text{nC}$ .

## ΑΠΟ ΤΟ ΜΕΓΑΛΟ ΣΤΟ ΜΙΚΡΟ

**1 C**  $\longrightarrow$   **$\mu\text{C}$**   $\longrightarrow$   **$\text{nC}$**

πολύ μεγάλη  
ποσότητα

μικροκουλόμπ

νανοκουλόμπ

οι μικρές μονάδες είναι πιο πρακτικές

## ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΟΝΑΔΩΝ

$$1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$$

$$1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$$

αρνητικός εκθέτης  $\rightarrow$  πολύ μικρότερο  
από 1 C

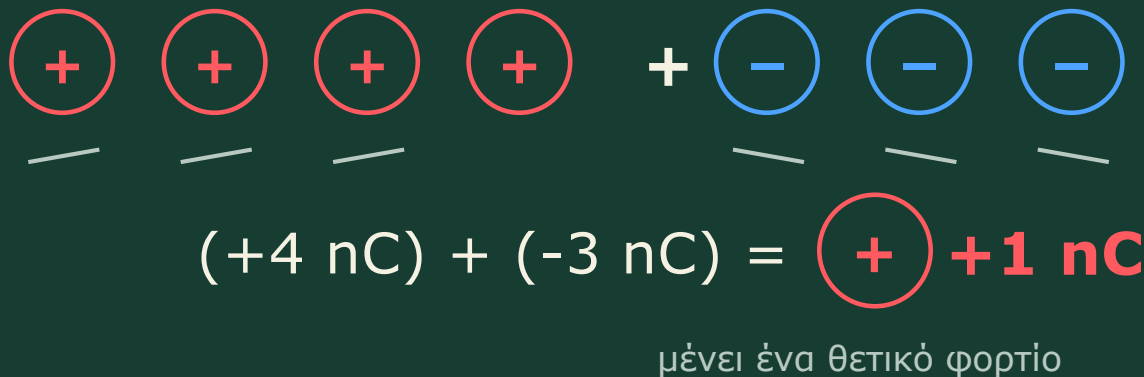
Μικρότερη μονάδα σημαίνει ευκολότερη σύγκριση μικρών φορτίων.

# Αρχή διατήρησης του φορτίου

16

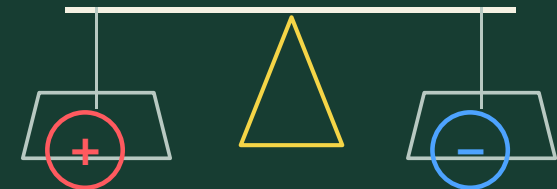
Το ολικό φορτίο είναι το άθροισμα των επιμέρους φορτίων. Για παράδειγμα,  $(+4 \text{ nC}) + (-3 \text{ nC}) = +1 \text{ nC}$ . Αν το συνολικό φορτίο είναι μηδέν, το σώμα είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: ΤΑ ΑΝΤΙΘΕΤΑ ΦΟΡΤΙΑ ΑΛΛΗΛΟΑΝΑΙΡΟΥΝΤΑΙ


$$(+4 \text{ nC}) + (-3 \text{ nC}) = \textcircled{+} +1 \text{ nC}$$

μένει ένα θετικό φορτίο

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΥΔΕΤΕΡΟ



$$(+3 \text{ nC}) + (-3 \text{ nC}) = 0$$

ίσα αντίθετα φορτία → ολικό φορτίο μηδέν

**Ολικό φορτίο = θετικά φορτία + αρνητικά φορτία**

# Ηλεκτρικές δυνάμεις στην πράξη

Μια ευαίσθητη τεχνική λήψης δακτυλικών αποτυπωμάτων αξιοποιεί την έλξη ανόμοιων φορτίων: αρνητικά σωματίδια προσκολλώνται στις θετικά φορτισμένες πρωτεΐνες του δακτύλου.



## ΑΦΗ

**θετικές πρωτεΐνες**

μένουν στο χαρτονόμισμα



## ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ

**αρνητικά φορτισμένα**

έλκονται από τα θετικά



## ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

**γίνεται ορατό**

χάρη στην ηλεκτρική έλξη

### Η ΑΡΧΗ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ

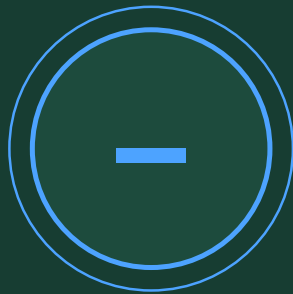
τα αντίθετα φορτία έλκονται

### ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ανίχνευση δακτυλικών  
αποτυπωμάτων

# Όταν το φορτίο περνά στον αέρα

Οι σπινθήρες εμφανίζονται όταν φορτίο μεταφέρεται από ένα σώμα σε άλλο μέσω του αέρα. Ακόμη και φορτίο μικρότερο από  $1 \mu\text{C}$  αρκεί για ορατό σπινθήρα.



## ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΣΦΑΙΡΑ

περίσσεια ηλεκτρονίων

δίνει φορτίο στον αέρα



## ΘΕΤΙΚΗ ΣΦΑΙΡΑ

έλλειμμα ηλεκτρονίων

δέχεται το φορτίο

## ΣΠΙΝΘΗΡΑΣ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΙΣ ΣΦΑΙΡΕΣ

λιγότερο από  $1 \mu\text{C}$  αρκεί για ορατό σπινθήρα

# Ο σπινθήρας στην καθημερινή ζωή

Ο σπινθήρας είναι σημάδι ξαφνικής μεταφοράς φορτίου μέσω του αέρα. Τα μικρά ηλεκτρικά «τινάγματα» της καθημερινότητας είναι ακριβώς το ίδιο φαινόμενο σε μικρή κλίμακα.



## ΠΟΜΟΛΟ

**τίναγμα στο χέρι**

μετά από βάδισμα σε χαλί



## ΡΟΥΧΑ

**τρίξιμο και σπίθες**

όταν τα βγάζουμε στο σκοτάδι



## ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ

**τίναγμα στην πόρτα**

καθώς κατεβαίνουμε

### ΤΙ ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ

ξαφνική μεταφορά φορτίου μέσω του αέρα

### ΓΙΑΤΙ ΣΥΜΒΑΙΝΕΙ

το σώμα έχει φορτιστεί με τριβή

# Η δομή του ατόμου

Τα υλικά σώματα αποτελούνται από άτομα. Κάθε άτομο έχει έναν πυρήνα, γύρω από τον οποίο κινούνται ηλεκτρόνια.

## ΠΥΡΗΝΑΣ

Ο πυρήνας έχει θετικό φορτίο.

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ

Κινούνται γύρω από τον πυρήνα και έχουν αρνητικό φορτίο.

**Θετικός πυρήνας • αρνητικά ηλεκτρόνια**



Απλό μοντέλο για να ξεχωρίζουμε τα φορτισμένα μέρη του ατόμου

# Τα σωματίδια του ατόμου

Ο πυρήνας αποτελείται από πρωτόνια και νετρόνια. Τα πρωτόνια έχουν θετικό φορτίο, τα νετρόνια δεν έχουν φορτίο, ενώ τα ηλεκτρόνια έχουν αρνητικό φορτίο.



## ΠΡΩΤΟΝΙΟ

θετικό φορτίο (+)

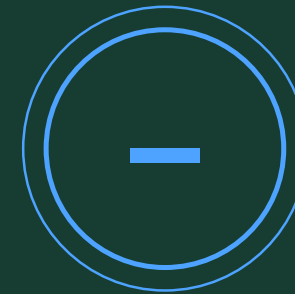
βρίσκεται στον πυρήνα



## ΝΕΤΡΟΝΙΟ

χωρίς φορτίο (0)

βρίσκεται στον πυρήνα



## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟ

αρνητικό φορτίο

(-)  
κινείται γύρω από τον πυρήνα

## ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ

πρωτόνιο (+) • ηλεκτρόνιο (-)

## ΟΥΔΕΤΕΡΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΟ

νετρόνιο (0)

# Ίσα και αντίθετα φορτία

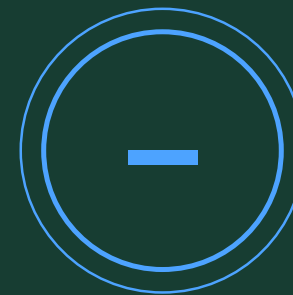
Το πρωτόνιο και το ηλεκτρόνιο έχουν φορτία ίσου μεγέθους αλλά αντίθετου είδους:  
 $+1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  και  $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .



**ΠΡΩΤΟΝΙΟ**

**$+1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$**

θετικό φορτίο (+)



**ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟ**

**$-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$**

αρνητικό φορτίο (-)

**ΙΣΟ ΜΕΓΕΘΟΣ · ΑΝΤΙΘΕΤΟ ΕΙΔΟΣ**

ίδια τιμή φορτίου, διαφορετικό πρόσημο

# Ηλεκτρική ουδετερότητα και ιόντα

Σε ένα ουδέτερο άτομο ο αριθμός των πρωτονίων είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων. Αν το άτομο χάσει ή πάρει ηλεκτρόνια, γίνεται ιόν.



## ΟΥΔΕΤΕΡΟ ΑΤΟΜΟ

**πρωτόνια = ηλεκτρόνια**

συνολικό φορτίο μηδέν



## ΘΕΤΙΚΟ ΙΟΝ

**έχασε ένα ηλεκτρόνιο**

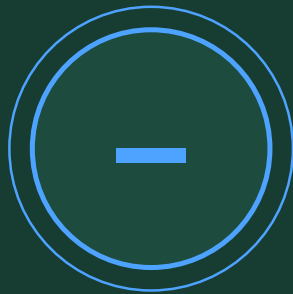
πρωτόνια > ηλεκτρόνια

## ΑΠΩΛΕΙΑ Ή ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ

το άτομο παύει να είναι ουδέτερο και γίνεται ιόν

# Η φόρτιση ξεκινά από τα ηλεκτρόνια

Τα σώματα αποτελούνται από άτομα που συνήθως είναι ηλεκτρικά ουδέτερα. Ένα σώμα αποκτά φορτίο όταν προσλάβει ή αποβάλει ηλεκτρόνια.



**ΠΡΟΣΛΑΜΒΑΝΕΙ  $e^-$**

**φορτίζεται αρνητικά**

περίσσεια ηλεκτρονίων



**ΑΠΟΒΑΛΛΕΙ  $e^-$**

**φορτίζεται θετικά**

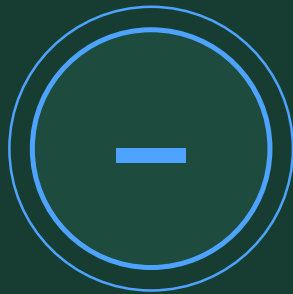
έλλειμμα ηλεκτρονίων

**ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΔΕΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΜΗΔΕΝ**

αλλάζει μόνο η ισορροπία των ηλεκτρονίων

# Πλεόνασμα ή έλλειμμα ηλεκτρονίων

Σώμα που προσλαμβάνει ηλεκτρόνια αποκτά αρνητικό φορτίο. Σώμα που αποβάλλει ηλεκτρόνια αποκτά θετικό φορτίο, γιατί υπερिशχύει το φορτίο των πρωτονίων.



**ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ  $e^-$**

**αρνητικά φορτισμένο σώμα**

περισσότερα ηλεκτρόνια  
από πρωτόνια



**ΕΛΛΕΙΜΜΑ  $e^-$**

**θετικά φορτισμένο σώμα**

λιγότερα ηλεκτρόνια από  
πρωτόνια

**ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ ΤΟ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ**

αρνητικό = περίσσεια · θετικό = έλλειμμα

# Ενέργεια και μεταφορά ηλεκτρονίων

Η απόσπαση ηλεκτρονίων απαιτεί ενέργεια, ώστε να ξεπεραστεί η έλξη των πυρήνων.  
Η ενέργεια μπορεί να δοθεί με τριβή, ακτινοβολία ή άλλους τρόπους.



## ΤΡΙΒΗ

τρίψιμο με ύφασμα

ράβδος και ύφασμα



## ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

ενέργεια από φως

π.χ. υπεριώδες φως



## ΕΠΑΦΗ

θέρμανση ή επαφή

μετακίνηση ηλεκτρονίων

## ΓΙΑΤΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

τα ηλεκτρόνια έλκονται από τον πυρήνα

## ΤΙ ΠΕΤΥΧΑΙΝΟΥΜΕ

μεταφορά ηλεκτρονίων

# Τα πρωτόνια μένουν στον πυρήνα

Η φόρτιση των σωμάτων γίνεται κυρίως με μεταφορά ηλεκτρονίων. Τα πρωτόνια δεν μετακινούνται εύκολα, γιατί έχουν μεγαλύτερη μάζα και είναι δεμένα στον πυρήνα.



## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ

**μετακινούνται εύκολα**

μικρή μάζα, εξωτερικές  
στιβάδες



## ΠΡΩΤΟΝΙΑ

**μένουν στον πυρήνα**

μεγάλη μάζα, ισχυρή  
συγκράτηση

## ΣΤΗ ΦΟΡΤΙΣΗ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΝΤΑΙ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ

τα πρωτόνια παραμένουν παγιδευμένα στα άτομα

# Μεταφορά ηλεκτρονίων με τριβή

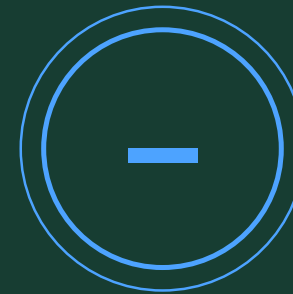
Όταν ηλεκτρόνια μεταφέρονται από τη γούνα στη ράβδο, η ράβδος αποκτά πλεόνασμα ηλεκτρονίων και φορτίζεται αρνητικά. Αν η ράβδος αποκτήσει φορτίο  $q = -20 \text{ nC}$ , η γούνα χάνει αντίστοιχο φορτίο και φορτίζεται θετικά.



**ΓΟΥΝΑ**

**+20 nC**

χάνει ηλεκτρόνια



**ΡΑΒΔΟΣ**

**-20 nC**

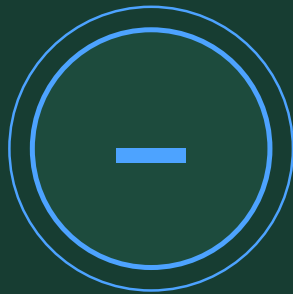
κερδίζει ηλεκτρόνια

**ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ → ΠΡΟΣ ΤΗ ΡΑΒΔΟ**

το φορτίο δεν δημιουργείται ούτε χάνεται, απλώς μεταφέρεται

# Το φορτίο δεν χάνεται

Τα ηλεκτρόνια ούτε δημιουργούνται ούτε καταστρέφονται· απλώς μεταφέρονται από το ένα σώμα στο άλλο. Έτσι το ολικό ηλεκτρικό φορτίο παραμένει σταθερό.



**ΠΑΙΡΝΕΙ  $e^-$**

**φορτίζεται αρνητικά**

κερδίζει ηλεκτρόνια



**ΔΙΝΕΙ  $e^-$**

**φορτίζεται θετικά**

χάνει ηλεκτρόνια

**ΑΡΧΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ**

ό,τι χάνει το ένα σώμα, το κερδίζει το άλλο

# Το φορτίο έρχεται σε «πακέτα»

Κάθε φορτισμένο σώμα έχει φορτίο ακέραιο πολλαπλάσιο του στοιχειώδους φορτίου  $e$ . Το ηλεκτρικό φορτίο εμφανίζεται σε μικρά «πακέτα», τα κβάντα φορτίου.



$$q = 1 \cdot e$$

ένα πακέτο φορτίου

$$1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$



$$q = 2 \cdot e$$

δύο πακέτα φορτίου

$$3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$$



$$q = 3 \cdot e$$

τρία πακέτα φορτίου

$$4,8 \times 10^{-19} \text{ C}$$

## ΚΒΑΝΤΩΣΗ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

$$q = N \cdot e, \text{ με } N \text{ ακέραιο}$$

## ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ

όχι μισό ή 1,5 πακέτο φορτίου

# Δύο βασικές ιδιότητες της ύλης

Η μάζα είναι μέτρο της αδράνειας και συνδέεται με τις βαρυτικές δυνάμεις. Το ηλεκτρικό φορτίο συνδέεται με τις ηλεκτρικές δυνάμεις: όπως η Γη και ο Ήλιος αλληλεπιδρούν βαρυτικά, έτσι ο πυρήνας με τα ηλεκτρόνια αλληλεπιδρούν ηλεκτρικά.



**ΜΑΖΑ**

**Γη – Ήλιος**

βαρυτικές δυνάμεις



**ΦΟΡΤΙΟ**

**πυρήνας – ηλεκτρόνια**

ηλεκτρικές δυνάμεις

**ΔΥΟ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ · ΔΥΟ ΕΙΔΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ**

η αναλογία με το πλανητικό σύστημα είναι απλοποιημένη

# Ερώτηση 1

## ΔΟΚΙΜΗ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟ

Γυάλινη ράβδος τριμμένη με μετάξι → φορτίζεται θετικά. Φορτίζουμε το ηλεκτροσκόπιο με αυτήν και πλησιάζουμε το άγνωστο σώμα. Το αποτέλεσμα μας δείχνει το είδος του φορτίου του:

### ΑΠΩΘΗΣΗ



Το σώμα είναι ΘΕΤΙΚΑ φορτισμένο

### ΕΛΞΗ



Το σώμα είναι ΑΡΝΗΤΙΚΑ φορτισμένο ή ουδέτερο

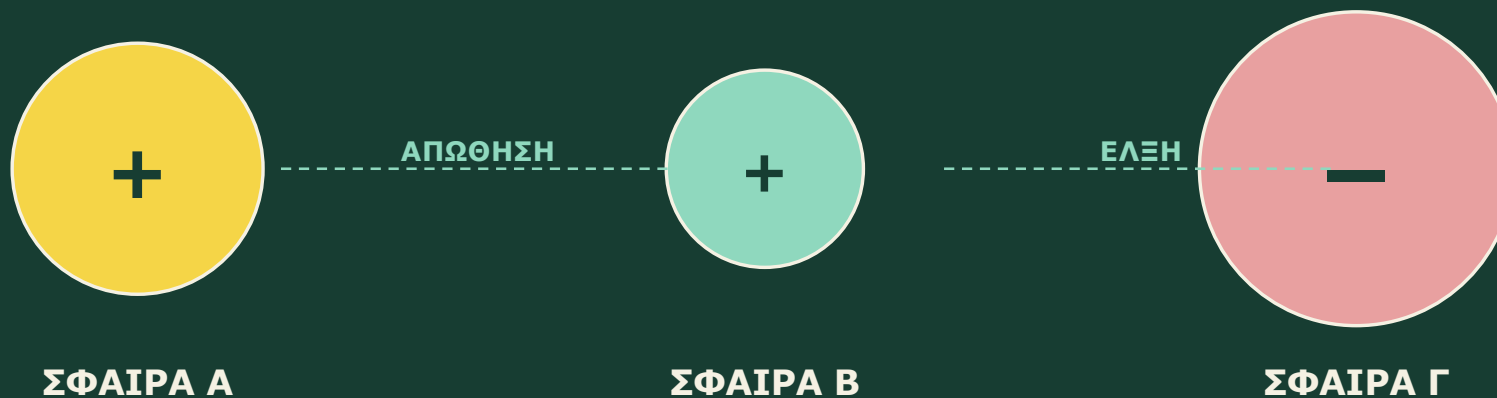
**ΟΜΩΝΥΜΑ ΦΟΡΤΙΑ → ΑΠΩΘΗΣΗ · ΕΤΕΡΩΝΥΜΑ ΦΟΡΤΙΑ → ΕΛΞΗ**

Μόνο η απώθηση είναι βέβαιο κριτήριο: ένα ουδέτερο σώμα επίσης έλκεται.

# Ερώτηση 2

## ΤΡΕΙΣ ΦΟΡΤΙΣΜΕΝΕΣ ΣΦΑΙΡΕΣ

Οι σφαίρες Α, Β, Γ είναι φορτισμένες. Η Α έλκει τη Γ, ενώ η Β απωθεί την Α.  
Αν η Γ είναι αρνητικά φορτισμένη, ποιο είναι το είδος φορτίου των Α και Β;



**Α: ΘΕΤΙΚΗ · Β: ΘΕΤΙΚΗ · Γ: ΑΡΝΗΤΙΚΗ**

Α έλκει Γ → ανόμοια φορτία, άρα Α θετική. Β απωθεί Α → ομώνυμα φορτία, άρα Β θετική.

# Ερώτηση 3

## ΠΛΑΣΤΙΚΗ Ή ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΤΣΟΥΛΗΘΡΑ;

Ξηρή μέρα στη Σύρο: όταν η Ειριάννα κάνει τσουλήθρα στην πλαστική, τα μαλλιά της σηκώνονται όρθια.  
Θα συμβεί το ίδιο και στη μεταλλική τσουλήθρα;

### ΠΛΑΣΤΙΚΗ

**ΝΑΙ** ⚡

Μονωτής: το φορτίο από την τριβή μένει πάνω της και τα ομώνυμα μαλλιά απωθούνται.

### ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ

**ΟΧΙ**

Αγωγός γειωμένος: το φορτίο διαρρέει στο έδαφος, οπότε δεν συσσωρεύεται.

---

**ΜΟΝΩΤΗΣ → ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕΝΕΙ · ΑΓΩΓΟΣ → ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΦΕΥΓΕΙ**

Η χαμηλή υγρασία βοηθά: ο ξηρός αέρας δεν απομακρύνει το φορτίο, γι' αυτό το φαινόμενο είναι εντονότερο.

# Ερώτηση 4

## ΤΟ ΜΠΑΛΟΝΙ ΠΟΥ ΜΕΝΕΙ ΣΤΗΝ ΟΡΟΦΗ

Η νηπιαγωγός τρίβει το μπαλόνι στη μάλλινη μπλούζα της και εκείνο «κολλάει» στην οροφή.  
Ποια δύναμη υπερνικά τη βαρύτητα και πώς σχετίζεται με τα μαλλιά στην τσουλήθρα;

ΜΠΑΛΟΝΙ ↔ ΟΡΟΦΗ

### ΕΛΞΗ

Το φορτισμένο μπαλόνι πολώνει την οροφή:  
η ηλεκτρική έλξη υπερνικά το βάρος του.

ΜΑΛΛΙΑ ↔ ΜΑΛΛΙΑ

### ΑΠΩΘΗΣΗ

Οι τρίχες παίρνουν ομώνυμο φορτίο  
και απωθούνται, σηκώνονται όρθιες.

---

## ΙΔΙΑ ΔΥΝΑΜΗ: Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΗ ΜΕ ΤΡΙΒΗ

Άλλοτε εμφανίζεται ως έλξη (ανόμοια φορτία) και άλλοτε ως άπωση (ομώνυμα φορτία).

# Ερώτηση 5

## ΑΤΜΗΤΟ ΑΤΟΜΟ Ή ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΟΜΗ;

Το άτομο είναι άτμητο, όπως πίστευε ο Δημόκριτος, ή έχει εσωτερική δομή;

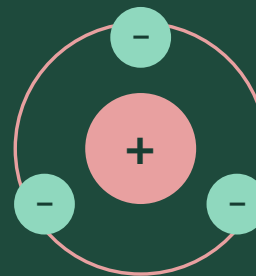


### ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ

≈ 460–370 π.Χ., Άβδηρα

«άτομο» = αυτό που δεν τέμνεται

Η ύλη αποτελείται από ελάχιστα,  
αδιαίρετα σωματίδια σε συνεχή κίνηση.



### ΣΗΜΕΡΑ

πυρήνας: πρωτόνια + νετρόνια  
γύρω του: ηλεκτρόνια

Το άτομο ΕΧΕΙ εσωτερική δομή και  
διασπάται σε μικρότερα σωματίδια.

## Η ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΜΕΙΝΕ · Η ΙΔΕΑ ΤΟΥ ΑΔΙΑΙΡΕΤΟΥ ΟΧΙ

Ο Δημόκριτος έδωσε τη σωστή ιδέα των δομικών λίθων· τα πειράματα έδειξαν ότι το άτομο έχει μέρη.

# Ερώτηση 6

## ΕΧΟΥΝ ΔΟΜΗ ΤΑ ΥΠΟΑΤΟΜΙΚΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ;

Πρωτόνια και νετρόνια δεν είναι τα τελευταία «τούβλα»: αποτελούνται από κουάρκ.

### ΠΡΩΤΟΝΙΟ



2 πάνω + 1 κάτω κουάρκ  
συνολικό φορτίο  $+1e$

### ΝΕΤΡΟΝΙΟ



1 πάνω + 2 κάτω κουάρκ  
συνολικό φορτίο 0

### ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟ



θεμελιώδες σωματίδιο  
δεν έχει γνωστή δομή

---

## ΤΑ ΚΟΥΑΡΚ ΚΑΙ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ ΘΕΩΡΟΥΝΤΑΙ ΣΗΜΕΡΑ ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ

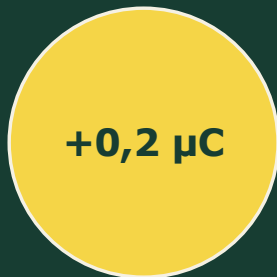
Ναι: πρωτόνια και νετρόνια έχουν δομή. Το ηλεκτρόνιο, απ' όσο γνωρίζουμε, όχι.

# Άσκηση 1

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

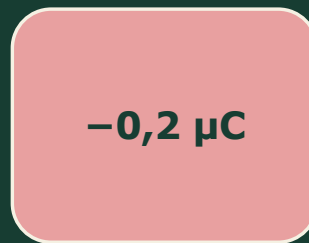
Τρία διαφορετικά σώματα, το καθένα με δικό του φορτίο:

$q_1 = +2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$  ·  $q_2 = -0,2 \mu\text{C}$  ·  $q_3 = +2 \cdot 10^3 \text{ nC}$ . Να βρεθεί το συνολικό φορτίο.



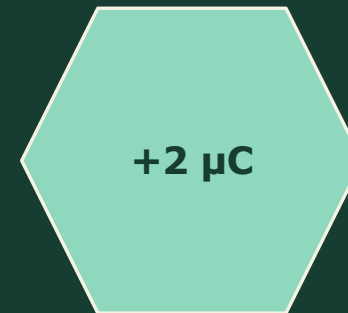
$$q_1 = +2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

+



$$q_2 = -0,2 \mu\text{C}$$

+



$$q_3 = +2 \cdot 10^3 \text{ nC}$$

---

$$q(\text{ολ}) = +0,2 \mu\text{C} - 0,2 \mu\text{C} + 2 \mu\text{C} = +2 \mu\text{C} = +2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Μετατρέπουμε πρώτα όλα τα φορτία στην ίδια μονάδα και μετά τα προσθέτουμε αλγεβρικά.

# Άσκηση 2

## ΠΟΣΟ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟΥ;

Γυάλινη σφαίρα τριμμένη με μεταξωτό ύφασμα απέκτησε φορτίο  $q_1 = +32 \cdot 10^{-8} \mu\text{C}$ .

Το ύφασμα πήρε 2 εκατομμύρια ηλεκτρόνια από τη σφαίρα. Να υπολογιστεί το φορτίο του ηλεκτρονίου.



ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ ΤΗΣ ΣΦΑΙΡΑΣ

$$q_1 = +32 \cdot 10^{-8} \mu\text{C} = 3,2 \cdot 10^{-13} \text{ C}$$

ΟΣΑ ΕΦΥΓΑΝ ΠΡΟΣ ΤΟ ΥΦΑΣΜΑ

$$N = 2 \cdot 10^6 \text{ ηλεκτρόνια}$$

ΦΟΡΤΙΟ ΑΝΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟ

$$e = q_1 / N = 3,2 \cdot 10^{-13} / 2 \cdot 10^6$$

$$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Το μέτρο είναι  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ . το πρόσημο είναι αρνητικό, γιατί το ηλεκτρόνιο έχει αρνητικό φορτίο.

# Άσκηση 3

## ΦΟΡΤΙΟ ΥΦΑΣΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΠΛΗΘΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ

Πλαστική σφαίρα τριμμένη με μάλλινο ύφασμα απέκτησε φορτίο  $q_1 = -6,4 \cdot 10^{-17} \text{ C}$ .

α. Ποιο είναι το φορτίο του υφάσματος; β. Πόσα ηλεκτρόνια μετακινήθηκαν προς τη σφαίρα;



ΑΡΧΗ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ

$$\alpha. q_2 = +6,4 \cdot 10^{-17} \text{ C}$$

ΣΧΕΣΗ ΚΒΑΝΤΩΣΗΣ

$$q = N \cdot q_e \rightarrow N = q / q_e$$

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

$$\beta. N = 6,4 \cdot 10^{-17} / 1,6 \cdot 10^{-19} = 400$$

$$q(\text{υφάσματος}) = +6,4 \cdot 10^{-17} \text{ C} \quad \cdot \quad N = 400 \text{ ηλεκτρόνια}$$

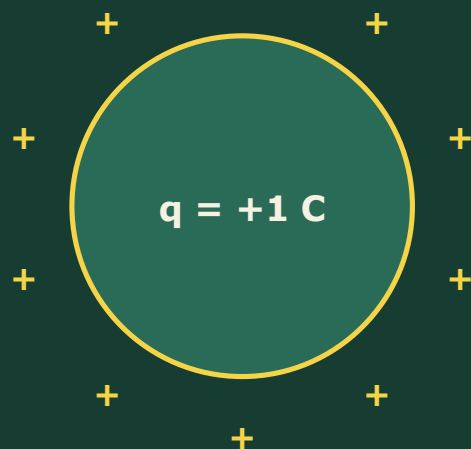
Το ύφασμα έχασε όσα ηλεκτρόνια κέρδισε η σφαίρα: ίσο φορτίο, αντίθετο πρόσημο.

# Άσκηση 4

## ΠΟΣΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ ΛΕΙΠΟΥΝ;

Πόσο έλλειμμα ηλεκτρονίων έχει ένα σώμα με φορτίο  $q = +1 \text{ C}$ ;

Δίνεται το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .



### ΣΧΕΣΗ ΚΒΑΝΤΩΣΗΣ

$$q = N \cdot |q_e| \rightarrow N = q / |q_e|$$

### ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

$$N = 1 / 1,6 \cdot 10^{-19}$$

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ

$$N = 6,25 \cdot 10^{18} \text{ ηλεκτρόνια}$$

$$N = 6,25 \cdot 10^{18} \text{ ηλεκτρόνια}$$

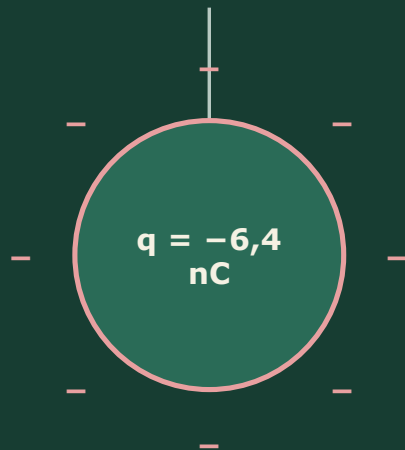
Το  $1 \text{ C}$  είναι τεράστιο φορτίο: αντιστοιχεί σε πάνω από 6 δισεκατομμύρια δισεκατομμύρια ηλεκτρόνια.

# Άσκηση 5

## ΠΟΣΑ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ ΧΡΕΙΑΖΟΝΤΑΙ;

Μεταλλική σφαίρα κρέμεται από σχοινί και πρέπει να αποκτήσει φορτίο  $q = -6,4 \text{ nC}$ .

α. αν αρχικά ήταν ουδέτερη · β. αν αρχικά είχε  $q_1 = -4,8 \text{ nC}$  ·  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



ΣΧΕΣΗ

$$N = \Delta q / |q_e|$$

α. ΑΡΧΙΚΑ ΟΥΔΕΤΕΡΗ

$$N = 6,4 \cdot 10^{-9} / 1,6 \cdot 10^{-19} = 4 \cdot 10^{10}$$

β. ΑΡΧΙΚΑ  $-4,8 \text{ nC}$

$$\Delta q = 1,6 \text{ nC} \rightarrow N = 1 \cdot 10^{10}$$

**α.  $N = 4 \cdot 10^{10}$  ηλεκτρόνια · β.  $N = 1 \cdot 10^{10}$  ηλεκτρόνια**

Μετράμε πάντα τη ΜΕΤΑΒΟΛΗ του φορτίου  $\Delta q$ , όχι το τελικό φορτίο.