

## Γενική Φυσική

Κωνσταντίνος Χ. Παύλου  
Φυσικός – Ραδιοηλεκτρολόγος (MSc)  
Καστοριά, Σεπτέμβριος 14

## Το ηλεκτρικό φορτίο

1. Είδη φορτίων & μεταξύ τους δυνάμεις
2. Φόρτιση σωμάτων & αρχή διατήρησης του φορτίου
3. Αγωγοί – μονωτές – ημιαγωγοί
4. Τρόποι φόρτισης (με επαφή, τριβή, επαγωγή)
5. Πόλωση

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Οι πρώτες παρατηρήσεις

- Πρώτοι, οι αρχαίοι Έλληνες παρατήρησαν ηλεκτρικά και μαγνητικά φαινόμενα.
- Βρήκαν πως το **ήλεκτρο** αν τριφτεί, ηλεκτρίζεται και έλκει κομμάτια άχυρου και φτερών.
- Επίσης παρατήρησαν πως ο **μαγνητίτης** έλκει κομμάτια σιδήρου...

3

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (MSc)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Είδη φορτίου

- Πρώτος, ο Benjamin Franklin ανακάλυψε πως υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρικού φορτίου.
- Τα ονόμασε:
  - Θετικό (+)
  - Αρνητικό (-)



4

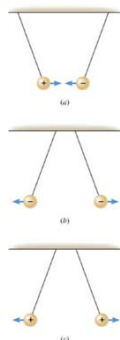
(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (MSc)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Δυνάμεις μεταξύ φορτίων

- Τα όμοια ( $++$  ή  $--$ ) φορτία (**ομώνυμα**) απωθούνται.
- Τα διαφορετικά ( $+-$  ή  $-+$ ) φορτία (**ετερόνυμα**) έλκονται.



5

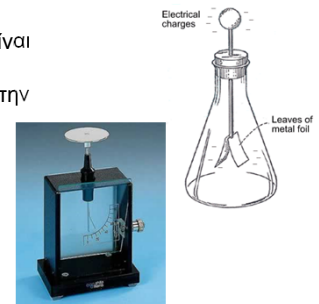
(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (MSc)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Ανίχνευση ηλεκτρικού φορτίου

- Το ηλεκτροσκόπιο είναι ένα όργανο που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του ηλεκτρικού φορτίου.




6

(c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (MSc)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

## Δυνάμεις μεταξύ φορτίων

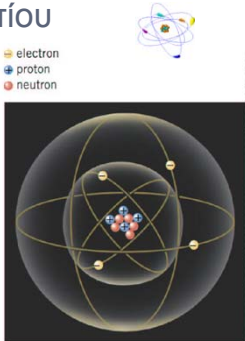


- Τα όμοια φορτία απωθούνται...

7 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (H5c) 19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

## Η έννοια του φορτίου



- Το φορτίο είναι μια εγγενής ιδιότητα της ύλης.
- Συνδέεται με την ατομική δομή:

άτομο

πυρήνας

ηλεκτρόνια

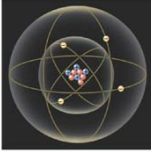
πρωτόνια

νετρόνια

8 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (H5c) 19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

## Στοιχεία των σωματιδίων



<b>Ηλεκτρόνιο (e)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• φορτίο: <math>q_e = -e</math></li> <li>• μάζα: <math>m_e \approx 0,9 \cdot 10^{-30} \text{ kg}</math></li> </ul>
<b>Πρωτόνιο (p)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• φορτίο: <math>q_p = +e</math></li> <li>• μάζα: <math>m_p \approx 2.000 \cdot m_e</math></li> </ul>
<b>Νετρόνιο (n)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• φορτίο: <math>q_n = 0</math></li> <li>• μάζα: <math>m_n &gt; m_p</math></li> </ul>

• Μονάδα μέτρησης του φορτίου στο SI είναι το **1 C (1 Coulomb)**.

• Η ποσότητα  **$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$**  ονομάζεται **στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο**.

9 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (H5c) 19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

## Φόρτιση σωμάτων

- Τα πρωτόνια είναι “στενά” δεμένα στον πυρήνα του ατόμου και κάτω από απλές συνθήκες δεν μπορούν να μετακινηθούν.
- Αντίθετα, τα ηλεκτρόνια μπορούν εύκολα να μετακινηθούν εκτός ατόμου.
- Έτσι πρακτικά μπορούμε εύκολα να μετακινήσουμε ηλεκτρόνια και συνεπώς αρνητικό φορτίο.

10 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (H5c) 19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

## Αρχή διατήρησης του φορτίου

- Το φορτίο ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται.
- Απλά ανταλλάσσεται.
- Τα σώματα φορτίζονται λόγω μεταφοράς ηλεκτρονίων από ένα αντικείμενο σε κάποιο άλλο.
- Όταν παράγεται ένα φορτισμένο σώμα, δημιουργείται το ίδιο ποσό θετικού και αρνητικού φορτίου (κατ’ απόλυτη τιμή).

11 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (H5c) 19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

## Φόρτιση σωμάτων

- Στο άτομο, ο αριθμός των πρωτονίων είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων.
- Συνεπώς, το συνολικό φορτίο του ατόμου είναι μηδέν.
- Φόρτιση ενός σώματος σημαίνει πως:
  - Αποκτά περισσότερα ηλεκτρόνια, άρα φορτίζεται αρνητικά (έχει περισσότερο αρνητικό φορτίο).
  - Χάνει ηλεκτρόνια, άρα φορτίζεται θετικά (έχει περισσότερο θετικό φορτίο).

12 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Ρ/Η (H5c) 19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Φόρτιση σωμάτων

- Κατά τη μεταφορά ηλεκτρονίων για τη φόρτιση των σωμάτων μπορούμε να μεταφέρουμε 1 ή 2 ή 3 ή 4 ... γενικά μπορούμε να μεταφέρουμε **ακέραιο** αριθμό ηλεκτρονίων, έστω N.

Αριθμός ηλεκτρονίων που μεταφέρονται	Φορτίο που μετακινείται (απόλυτη τιμή)
1	$1 \cdot e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
2	$2 \cdot e = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
3	$3 \cdot e = 3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
...	...
N	$N \cdot e = N \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

13

(λ) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Π/Η (ΉΜε)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Κβάντωση του φορτίου

- Κάθε φορτίο λοιπόν – κατ' απόλυτη τιμή – αποτελεί **ακέραιο πολλαπλάσιο** της ποσότητας e ( $=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ).
- Δλδ, ισχύει:

$$Q = N \cdot e, \quad N = 1, 2, 3, 4, \dots$$

- Αυτό το ονομάζουμε **κβάντωση** ή **κβαντισμό** του ηλεκτρικού φορτίου.
- Η **μικρότερη ποσότητα** ηλεκτρικού φορτίου που μπορούμε να έχουμε είναι το e ( $=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ) και γι' αυτό ονομάζεται **στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο**.

14

(λ) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Π/Η (ΉΜε)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Αγωγοί

- Οι αγωγοί είναι υλικά στα οποία το ηλεκτρικό φορτίο μπορεί να κινηθεί πάρα πολύ εύκολα, όταν ασκηθούν (ηλεκτρικές) δυνάμεις.
- Ο χαλκός, το αλουμίνιο είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού.
- Όταν ένας αγωγός φορτιστεί σε μια μικρή περιοχή του το φορτίο γρήγορα εξαπλώνεται σε ολόκληρη την επιφάνεια του αγωγού.

15

(λ) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Π/Η (ΉΜε)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Μονωτές

- Οι μονωτές είναι υλικά στα οποία το ηλεκτρικό φορτίο δεν μπορεί να κινηθεί.
- Το γυαλί και το πλαστικό είναι καλοί μονωτές.
- Όταν ένας μονωτής φορτιστεί σε μια μικρή περιοχή του το φορτίο δεν εξαπλώνεται αλλά παραμένει σ' αυτήν την περιοχή.
- Οι μονωτές, πολλές φορές αναφέρονται ως **διηλεκτρικά υλικά**.

16

(λ) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Π/Η (ΉΜε)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Ημιαγωγοί

- Τα χαρακτηριστικά των ημιαγωγών είναι ανάμεσα σ' αυτά των αγωγών και των ημιαγωγών.
- Το πυρίτιο και το γερμάνιο αποτελούν παραδείγματα ημιαγωγών.

17

(λ) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Π/Η (ΉΜε)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Τρόποι φόρτισης

- Υπάρχουν τρεις τρόποι φόρτισης:
  - Με επαφή,
  - Με τριβή,
  - Με επαγωγή.

18

(λ) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός – Π/Η (ΉΜε)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Φόρτιση με επαφή

- Ένα φορτισμένο σώμα (ράβδος) έρχεται σε επαφή με κάποιο άλλο σώμα (σφαίρα).
- Μερικά ηλεκτρόνια από τη ράβδο μετακινούνται στη σφαίρα.
- Όταν η ράβδος απομακρυνθεί, η σφαίρα παραμένει φορτισμένη.
- Το φορτίο που αποκτάται είναι ομώνυμο του αρχικού.

(a) Before (b) Contact (c) After breaking contact

© 2008 Brooks/Cole - Thomson 19-Σεπ-14

19 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (Φ5c)

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Φόρτιση με τριβή

- Με την τριβή αυξάνεται η επιφάνεια επαφής με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η μεταφορά φορτίου.
- Αν τρίψουμε μια γυάλινη ράβδο με μετάξι, ηλεκτρόνια μεταφέρονται από το γυαλί στο ύφασμα.
- Έτσι, η ράβδος φορτίζεται θετικά ενώ το ύφασμα αρνητικά.

20 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (Φ5c)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Φόρτιση με επαγωγή

- Μια αρνητικά φορτισμένη ράβδος έρχεται κοντά σε μια αφόρτιστη σφαίρα.
- Στη σφαίρα γίνεται μια ανακατανομή των φορτίων.
- Γειώνουμε τον αγωγό.
- Μερικά ηλεκτρόνια της σφαίρας μέσω του αγωγού διαφεύγουν προς τη γη.
- Ο αγωγός της γείωσης αφαιρείται και η σφαίρα μένει μ' ένα περίσσειμα θετικού φορτίου το οποίο ισοκατανέμεται λόγω αμοιβαίων απώσεων.

(a) (b) (c) (d)

21 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (Φ5c)

19-Σεπ-14

Σχολικό βιβλίο: σελ 70 – 74 (Εισαγωγικό ένθετο)

### Ποσότητα φορτίου

- Ποσότητα φορτίου 1C είναι **τεράστια** !!!
- Μια αστραπή μπορεί να μεταφέρει μερικές δεκάδες Coulomb.
- Ο απαιτούμενος αριθμός ηλεκτρονίων που απαιτούνται για φορτίο  $q = 1C$  είναι:

$$q = N \cdot e \Rightarrow N = \frac{q}{e} = \frac{q=1C}{e=1,6 \cdot 10^{-19} C} \rightarrow N \approx 6,24 \cdot 10^{18}$$

- Δλδ: **6.240.000.000.000.000.000** ηλεκτρόνια...

22 (c) Κωνσταντίνος Χ. Παύλου, Φυσικός - Ρ/Η (Φ5c)

19-Σεπ-14