



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Φυσική II

Ενότητα 1: Ηλεκτρικό φορτίο

Κουζούδης Δημήτρης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Χημικών Μηχανικών

Σκοποί ενότητας

- Εισαγωγή στις έννοιες του φορτίου και της φόρτισης
- Θετικοί και αρνητικοί φορείς φορτίου. Ουδέτερα άτομα και διαχωρισμός σε μονωτές – αγωγούς
- Τρόποι μεταβολής φορτίου μεταξύ σωμάτων
- Παρουσίαση και περιγραφή του Νόμου του Coulomb
- Κατανόηση και επεξήγηση μέσω παραδειγμάτων



Περιεχόμενα ενότητας

- Ηλεκτρικό φορτίο
- Ηλεκτρική φόρτιση
- Αγωγοί – μονωτές
- Τρόποι μεταβολής φορτίου
- Ο Νόμος του Coulomb
 - Παραδείγματα
- Μη σημειακά φορτία

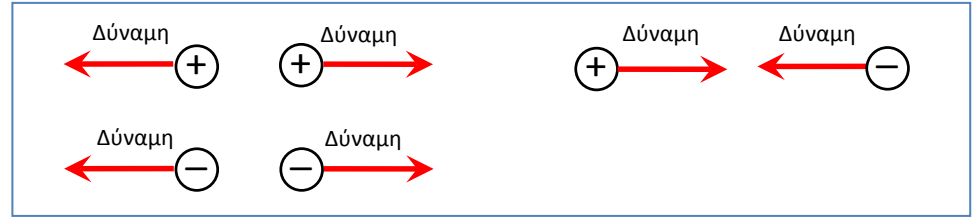


Ηλεκτρικό φορτίο

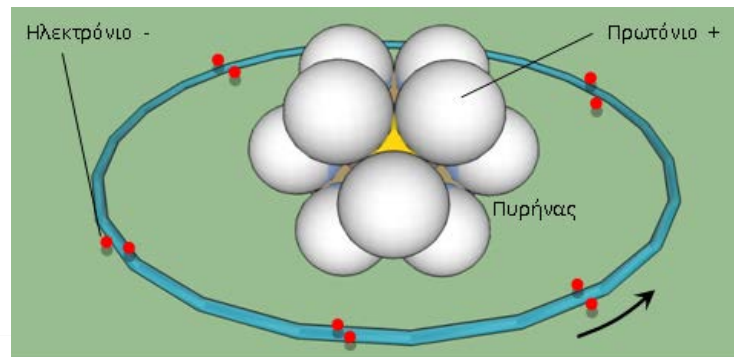
Ο Νόμος του Coulomb

Ηλεκτρικό φορτίο

- Θετικό – αρνητικό
 - Άπωση ομοσήμων
 - Έλξη ετεροσήμων



- Αρνητικά φορτισμένο: ηλεκτρόνιο
- Θετικά φορτισμένο: πρωτόνιο
- Ουδέτερα άτομα: Αριθμός ηλεκτρονίων = αριθμός πρωτονίων

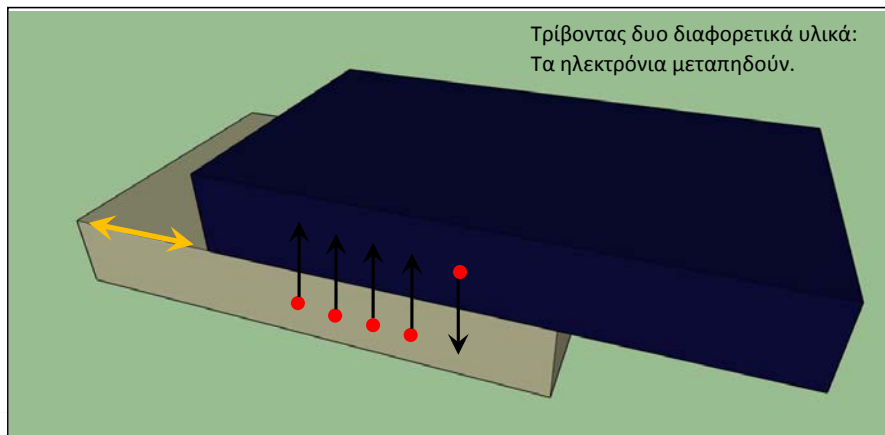


Ηλεκτρική φόρτιση

- Μονάδα φορτίου: 1 Coulomb
- Φορτίο ηλεκτρονίου

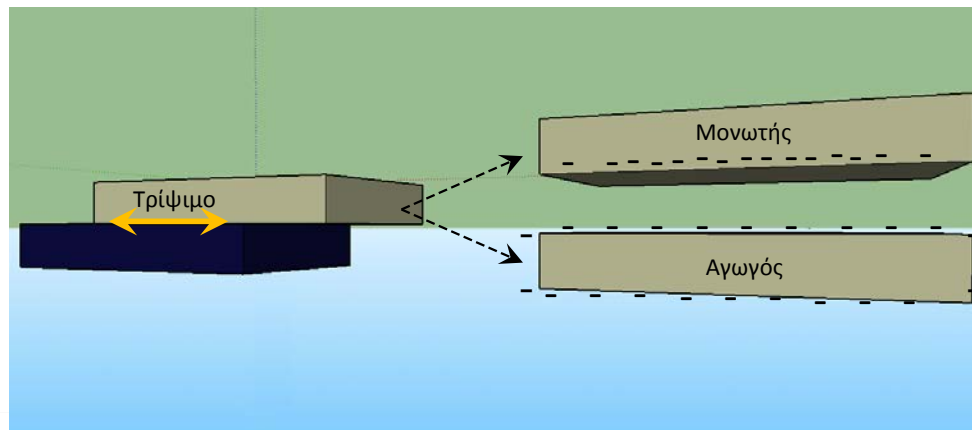
$$q_e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

- Δυνάμεις τριβής \rightarrow Μεταφορά ηλεκτρονίων
 - Απώλεια ηλεκτρονίων : θετική φόρτιση
 - Περίσσεια ηλεκτρονίων : αρνητική φόρτιση



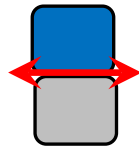
Αγωγοί – μονωτές

- Μονωτές: ισχυρή έλξη ηλεκτρονίων – πυρήνα (ακίνητα e)
 - Μη μέταλλα (πλαστικό, ξύλο, γυαλί, κεραμικά)
- Αγωγοί: ασθενής έλξη ηλεκτρονίων – πυρήνα (ευκίνητα e)
 - Μέταλλα (χάλυβας, αλουμίνιο, χαλκός, χρυσός)

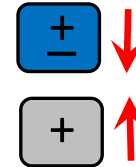
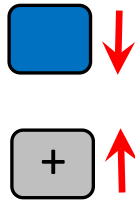


Τρόποι μεταβολής φορτίου

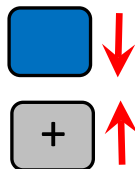
- Τριβή



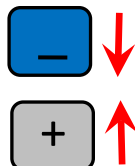
- Επαγωγή



- Επαφή



- Εξουδετέρωση

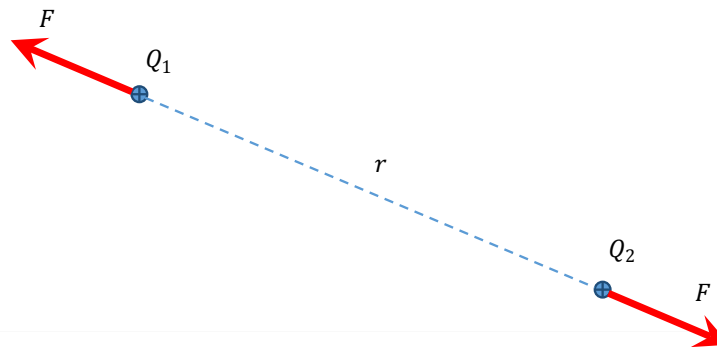


Ο Νόμος του Coulomb

- Σημειακά φορτία Q_1, Q_2 σε απόσταση r
- Ο Νόμος του Coulomb

$$F = k \frac{|Q_1||Q_2|}{r^2}$$

- k : σταθερα Coulomb, 9×10^9
- F : κατεύθυνση ανάλογα τα φορτία (δράση – αντίδραση)



Παραδείγματα

1. Δυο φορτία -3 και $+4$ μC βρίσκονται σε απόσταση 12 mm μεταξύ τους. Ποια είναι η ηλεκτροστατική δύναμη που δέχονται;

$$\begin{aligned} r &= 12 \text{ mm} = 0.012 \text{ m} \\ Q_1 &= -3 \mu\text{C} = -3 \times 10^{-6} \text{ C} \\ Q_2 &= 4 \mu\text{C} = 4 \times 10^{-6} \text{ C} \end{aligned} \quad F = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(0.012)^2} = 750 \text{ N}$$

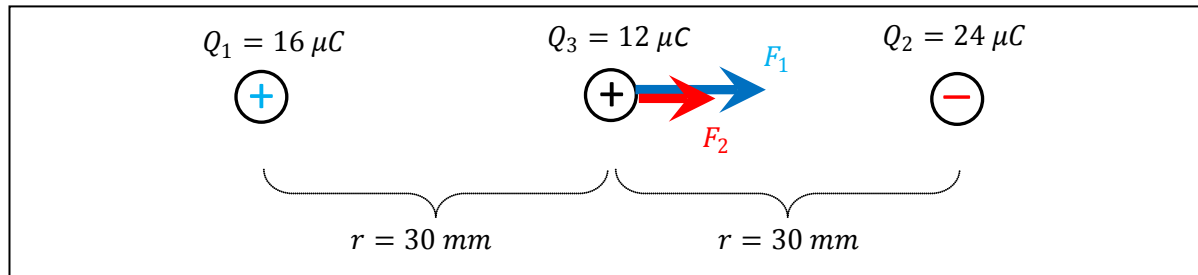
2. Θεωρήστε ότι η ακτίνα του ατόμου του υδρογόνου (1 ηλεκτρόνιο – 1 πρωτόνιο) είναι 5.2×10^{-11} m. Ποια είναι η δύναμη που κρατάει το ηλεκτρόνιο σε τροχιά ;

$$\begin{aligned} q &= -1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \\ q' &= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \\ r &= 5.2 \times 10^{-11} \text{ m} \end{aligned} \quad F = 9 \times 10^9 \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{(5.2 \times 10^{-11})^2} = 8.52 \times 10^{-8} \text{ N}$$



Παράδειγμα 3

Σημειακό φορτίο $+16 \mu\text{C}$ τοποθετείται 60 mm αριστερά από ένα άλλο σημειακό φορτίο $-24 \mu\text{C}$. Ποια δύναμη δρα σε ένα τρίτο φορτίο $+12 \mu\text{C}$ το οποίο τοποθετείται στο κέντρο μεταξύ των δυο;



$$F_1 = k \frac{|Q_1||Q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{16 \times 10^{-6} \times 12 \times 10^{-6}}{(0.03)^2} = 1920 \text{ N}$$

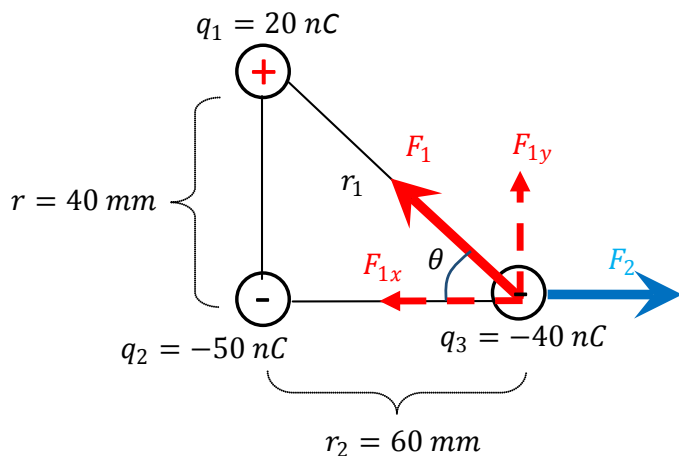
$$F_2 = k \frac{|Q_2||Q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{24 \times 10^{-6} \times 12 \times 10^{-6}}{(0.03)^2} = 2880 \text{ N}$$

$$F = F_1 + F_2 = 4800 \text{ N}$$



Παράδειγμα 4

Ένα φορτίο $+20 \text{ nC}$ είναι τοποθετημένο 40 mm επάνω από ένα άλλο φορτίο -50 nC . Ποια είναι η συνολική δύναμη σε ένα τρίτο φορτίο -40 nC το οποίο είναι τοποθετημένο 60 mm οριζόντια στα δεξιά του φορτίου των -50 nC ;



$$F_2 = k \frac{|Q_2||Q_3|}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \frac{50 \times 10^{-9} \times 40 \times 10^{-9}}{(0.06)^2} = 5.0 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$r_1^2 = r^2 + r_2^2 = 5200 \text{ mm}^2 = 5.2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$F_1 = k \frac{|Q_1||Q_3|}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \frac{50 \times 10^{-9} \times 40 \times 10^{-9}}{5.2 \times 10^{-3}} = 5.2 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$\tan\theta = \frac{r}{r_2} \Rightarrow \theta = \tan^{-1} \frac{40}{60} = 33.7^\circ$$

$$F_{1x} = -F_1 \cos\theta = -5.2 \times 10^{-3} \times \cos(33.7^\circ) = -4.33 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_{1y} = F_1 \sin\theta = 5.2 \times 10^{-3} \times \sin(33.7^\circ) = 2.88 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_{2x} = F_2 = 5.0 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_{2y} = 0 \text{ N}$$

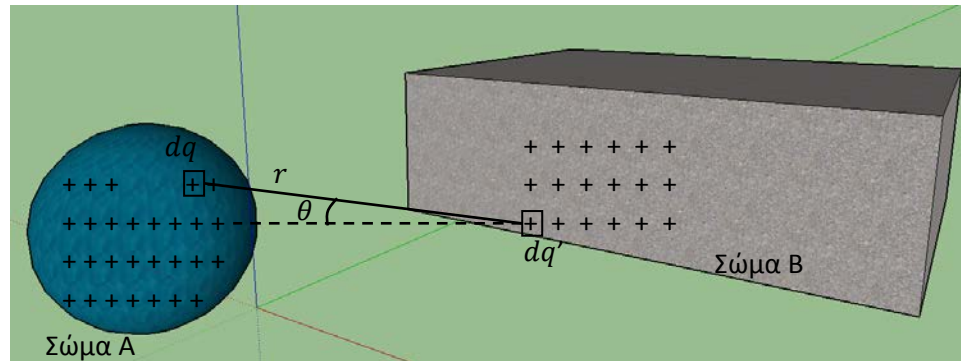
$$F_x = F_{1x} + F_{2x} = 0.67 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} = 2.88 \times 10^{-3} \text{ N}$$



Μη σημειακά φορτία

- Συνεχής κατανομή φορτίου
- Εφαρμογή Ν. Coulomb σε απειροστά τμήματα
- Η έννοια του Πεδίου



$$F_x = \pm \int_A \int_B dF \cos\theta = \pm k \int_A \int_B \frac{|dq||dq'|}{r^2} \cos\theta$$

$$F_y = \pm \int_A \int_B dF \sin\theta = \pm k \int_A \int_B \frac{|dq||dq'|}{r^2} \sin\theta$$



Βιβλιογραφία

- Serway R. A., Jewett J. W., 2013, *Φυσική για επιστήμονες και μηχανικούς : ηλεκτρισμός και μαγνητισμός, φώς και οπτική, σύγχρονη φυσική*, Κλειδάριθμος , Αθήνα
- Halliday D., Resnick R, 2009, *Φυσική: μέρος Β*, 4^η εκδ., Γ. & Α. Πνευματικός, Αθήνα
- Young H.D., Freedman R.A., 2010, *Πανεπιστημιακή φυσική με σύγχρονη φυσική, τ. 2: Ηλεκτρομαγνητισμός-Οπτική* , 2^η έκδ., Παπαζήσης , Αθήνα
- Pollack G.L., Stump D. R., 2002, *Electromagnetism*, Addison Wesley, San Francisco
- Hecht E.P., 1975, *Schaum's outline of theory and problems of optics*, McGraw-Hill Book Company, New York



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών

Δημήτριος Κουζούδης. «Φυσική II»

Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015

Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://eclass.upatras.gr/courses/CMNG2165/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.