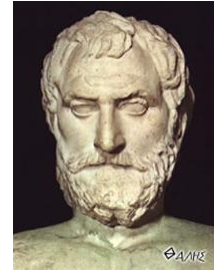


Φ2.1 (1.1) Εισαγωγή: Ηλεκτρομαγνητισμός

Η μελέτη των αλληλεπιδράσεων μεταξύ **φορτισμένων σωμάτων** ξεκινά από τον Έλληνα **Θαλή το Μιλήσιο** (600 π.Χ.)

Αυτός τρίβοντας το **ήλεκτρο** (κεχριμπάρι) με ξηρό ύφασμα παρατήρησε ότι αυτό μπορεί να **έλκει** μικρά αντικείμενα, όπως **μικρά κομμάτια χαρτιού**. Γι' αυτό το φαινόμενο ονομάστηκε **ηλεκτρισμός**.

Παράλληλα παρατηρήθηκε η ιδιότητα που έχουν κάποια πετρώματα (**μαγνησία γη**) να **έλκουν** τα **σιδερένια αντικείμενα**: Το φαινόμενο αυτό αντίστοιχα ονομάστηκε **μαγνητισμός**.



ήλεκτρο (κεχριμπάρι)



μαγνητίτης (μαγνησία γη)

Τα δυο αυτά φαινόμενα (**ηλεκτρισμός** και **μαγνητισμός**) θεωρούνταν **ανεξάρτητα** και μελετήθηκαν χωριστά ως το **1820**. Τότε ο Δανός **Hans Christian Oersted** (1777-1851) διαπίστωσε **πειραματικά** ότι υπάρχει **σχέση μεταξύ των δύο φαινομένων**.



Hans Christian Ørsted
(1777-1851)



André-Marie Ampère
(1775-1836)



Michael Faraday
(1791-1867)

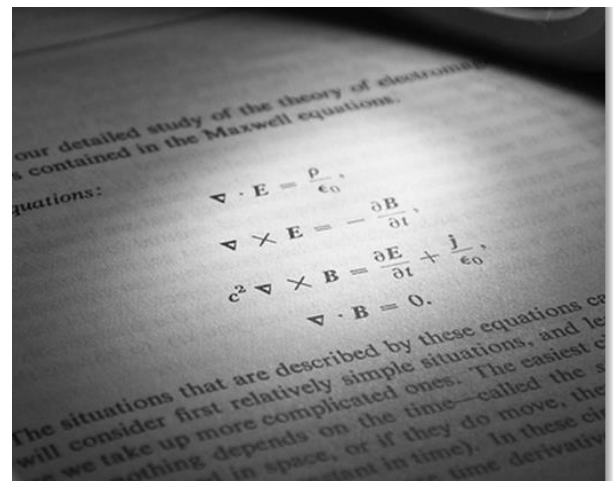


James Clerk Maxwell
(1831-1879)

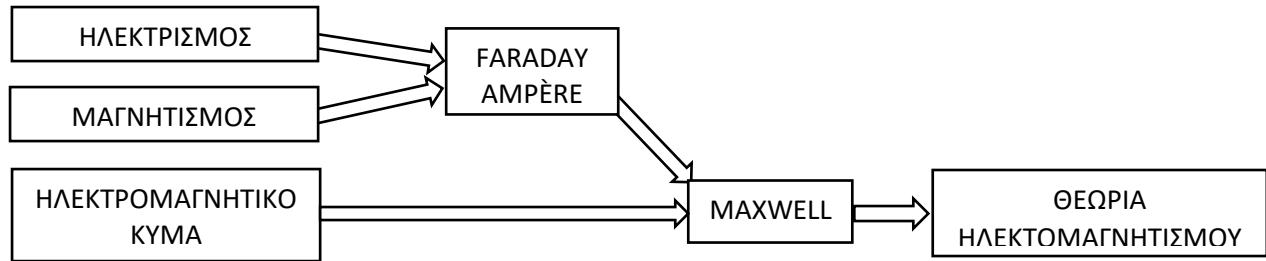
Ακολούθησε πλήθος ερευνητών που μελέτησαν τη σχέση αυτή με κυριότερους τους: **Michael Faraday** (1791-1867), **André-Marie Ampère** (1775-1836) και **James Clerk Maxwell** (1831-1879).

Ο **J.C. Maxwell** μετά από μελέτες έφτασε στο συμπέρασμα ότι και το **φως είναι ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα**. Ο Maxwell με **τέσσερις εξισώσεις του (1864)**, (εικόνα δεξιά) ολοκλήρωσε τη **θεωρία του ηλεκτρομαγνητισμού**.

Η **ενοποίηση ηλεκτρισμού-μαγνητισμού (θεωρία**



ηλεκτρομαγνητισμού) αποτέλεσε ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα της ανθρώπινης διανόησης.



Φ2.2 (1.1) Ο νόμος του Coulomb

Ο **Charles-Augustin de Coulomb** το **1784**, μετά από μία σειρά πειραμάτων, κατάφερε να μετρήσει τις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων. Τα συμπεράσματα διατύπωσε με τον παρακάτω νόμο που φέρει το όνομά του (νόμος του Coulomb):

«Κάθε σημειακό ηλεκτρικό φορτίο ασκεί δύναμη σε κάθε άλλο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο. Το μέτρο της δύναμης είναι ανάλογο του γινομένου των φορτίων που αλληλοεπιδρούν και αντίστροφα ανάλογο με το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης»



Charles-Augustin de Coulomb
(1736-1806)

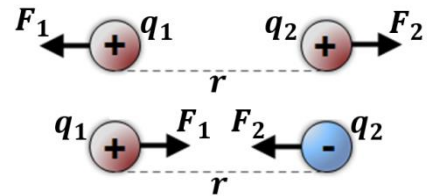
Αυτή η ηλεκτρική δύναμη ονομάζεται και **δύναμη Coulomb**:

- Το μέτρο της δίνεται από την σχέση:

$$F_c = k \cdot \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2}$$

- Έχει διεύθυνση την ευθεία που ενώνει τα δύο σημειακά φορτία, που είναι και φορέας της.

(Στα παρακάτω με τον όρο **φορτίο**, θα εννοούμε **σημειακό ηλεκτρικό φορτίο**, δηλαδή το φορτίο που φέρει ένα σώμα που θεωρείται **σημειακό αντικείμενο**.)



- **Φορά:** Οι δυνάμεις Coulomb είναι **ελκτικές** για **ετερόνυμα** και **απωστικές** για **ομώνυμα** ηλεκτρικά φορτία.
- **Σημείο εφαρμογής:** Τα σημειακά φορτία q_1 και q_2 .
- Η **μονάδα μέτρησης** του **ηλεκτρικού φορτίου** στο S.I. είναι το **1C (1 Coulomb)**.
- Η σταθερά k ονομάζεται **ηλεκτρική σταθερά** και εξαρτάται από το **σύστημα μονάδων** και το **μέσο** στο οποίο βρίσκονται τα ηλεκτρικά φορτία.
- Όταν τα ηλεκτρικά φορτία που αλληλοεπιδρούν βρίσκονται στο **κενό** και **κατά προσέγγιση στον αέρα**, η σταθερά k δίνεται από τη σχέση:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

όπου ϵ_0 μία **φυσική σταθερά** που ονομάζεται **απόλυτη διηλεκτρική σταθερά του κενού**. Επομένως στο S.I.:

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2} \Rightarrow k \approx 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

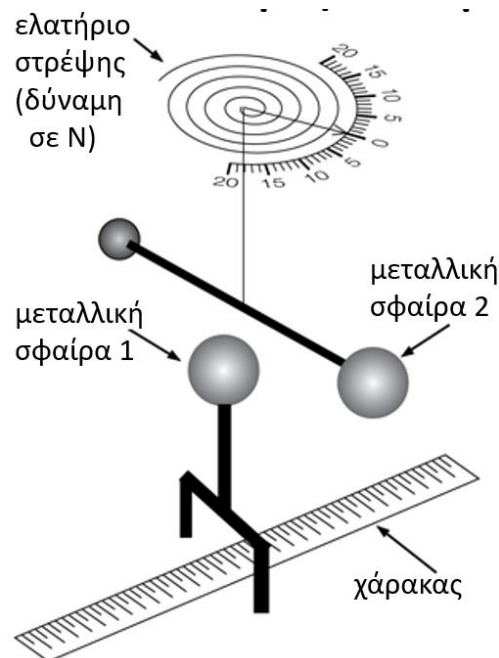
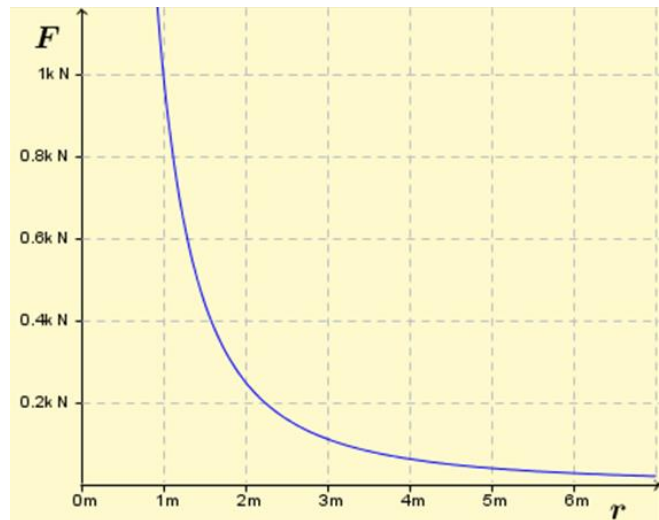
- Ο **νόμος του Coulomb** ακολουθεί το νόμο του **αντιστρόφου τετραγώνου**, όπως και ο **νόμος της παγκόσμιας έλξης**, δηλαδή:

$$F = \sigma \alpha \theta \cdot \frac{1}{r^2}$$

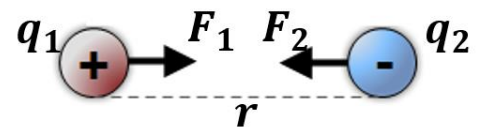
Νόμος της παγκόσμιας έλξης:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

- Ο **Coulomb** το 1785 χρησιμοποιώντας τον ομώνυμο «**ζυγό στρέψης του Coulomb**» στην εικόνα κάτω **επιβεβαίωσε** το νόμο του **αντιστρόφου τετραγώνου**:



Παράδειγμα 1: Δυο μικρά σώματα έχουν φορτία $q_1 = +2\mu\text{C}$ και $q_2 = -2\mu\text{C}$. Τα σώματα απέχουν 2m . Να υπολογισθεί το μέτρο της **ελκτικής δύναμης** που ασκεί το ένα φορτίο στο άλλο.



Λύση:

$$F_c = k \cdot \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{2^2} =$$

$$= \frac{9 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{2^2} = 9 \cdot 10^{9-6-6} \Rightarrow F_c = 9 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Φ2.3 (1.1) Στρατηγική επίλυσης προβλημάτων

- Για τον υπολογισμό των διανυσματικών μεγεθών όπως η **δύναμη** δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι πρέπει να υπολογίζονται: **Μέτρο - Διεύθυνση – Φορά**
- Αν ζητείται σε ένα πρόβλημα ο υπολογισμός της δύναμης που ασκείται **από ένα φορτίο σε ένα άλλο φορτίο**, εργαζόμαστε όπως επιβάλλει ο νόμος του Coulomb, προσδιορίζοντας τα **διανυσματικά χαρακτηριστικά** της.
- Αν ζητείται ο υπολογισμός της δύναμης που δέχεται ηλεκτρικό φορτίο από **σύστημα δύο ή περισσότερων φορτίων**, θα υπολογίσουμε τη δύναμη που οφείλεται σε κάθε ένα από τα φορτία αυτά και στη συνέχεια **θα προσθέσουμε τις δυνάμεις διανυσματικά** για να προσδιορίσουμε τελικά το μέτρο, τη διεύθυνση και τη φορά της **συνισταμένης**.

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$$

p	pico	10^{-12}
n	nano	10^{-9}
μ	micro	10^{-6}
m	milli	10^{-3}
c	centi	10^{-2}
d	deci	10^{-1}

Υποπολλαπλάσια:

Φ2.A1 (1 σελ.51) Να υπολογίσετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων που συναποτελούν φορτίο ίσο με:
 (α) $-1,6C$ (β) $-1,6mC$ (γ) $-1,6\mu C$ (δ) $-1,6nC$ (ε) $-1,6pC$ Δίνεται $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}C$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Φ2.A2 (2 σελ.51) Δίνονται δύο σημειακά φορτία $-0,04\mu C$. Να υπολογίσετε τη δύναμη που ασκείται από το ένα φορτίο στο άλλο, αν η απόστασή τους είναι: (α) $3cm$ (β) $6cm$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Φ2.A3 (3 σελ.51) Δύο μικρές φορτισμένες σφαίρες έχουν ίσα ηλεκτρικά φορτία $-0,02\mu C$. Αν η δύναμη που ασκείται από τη μία σφαίρα στην άλλη έχει μέτρο $9 \cdot 10^{-3}N$, να υπολογιστεί η απόσταση μεταξύ των σφαιρών.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Φ2.A4 (4 σελ.51) Φορτίο $3 \cdot 10^{-9}C$ βρίσκεται σε απόσταση $2cm$ από φορτίο q . Το φορτίο q δέχεται ελκτική δύναμη, μέτρου $27 \cdot 10^{-5}N$. Να βρεθεί το είδος και η ποσότητα του φορτίου q .

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Φ2.A5 (5 σελ.51) Δοκιμαστικό φορτίο $+2\mu C$ τοποθετείται στο μέσο της απόστασης μεταξύ δύο φορτίων $Q_1 = +6\mu C$ και $Q_2 = +4\mu C$, τα οποία απέχουν απόσταση $10cm$. Να βρεθεί η δύναμη που ασκείται στο δοκιμαστικό φορτίο.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Φ2.Α6 (6 σελ.51) Τρία φορτία $+2\mu C$, $-3\mu C$ και $-5\mu C$ τοποθετούνται πάνω σε ευθεία και στις θέσεις Α, Β, Γ αντίστοιχα. Αν οι αποστάσεις μεταξύ των φορτίων είναι $(AB) = 0,4m$ και $(AG) = 1,2m$, να βρεθεί η δύναμη που ασκείται στο φορτίο $-3\mu C$.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ: