

Εισαγωγή

○ Ηλεκτρισμός και Μαγνητισμός

Δύο έννοιες γνωστές από τα βάθη της αρχαιότητας, που θεωρήθηκαν επί δεκάδες αιώνες σαν απολύτως διαφορετικές και άσχετες μεταξύ τους. Ενοποιήθηκαν μόλις πριν από δύο σχεδόν αιώνες και αποτελούν πλέον μία ενοποιημένη θεωρία, γνωστή ως **ηλεκτρομαγνητική σύνθεση** (ή απλά ηλεκτρομαγνητισμός).

Ηλεκτρισμός :

- αρχικά δήλωνε την ιδιότητα που έχει το κεχριμπάρι (ήλεκτρο) να έλκει μικρά και ελαφριά αντικείμενα (όπως άχυρα), όταν το τρίβουμε με ένα ξηρό ύφασμα (γνωστή ήδη από την αρχαιότητα – την αναφέρει ο Θαλής ο Μιλήσιος).
- την ιδιότητα αυτή έχουν επίσης και μια σειρά από άλλα υλικά (όπως ανακάλυψε το 1600 μ.Χ. ο W. Gilbert), όπως το γυαλί, το θειάφι, το διαμάντι, η πορσελάνη, το καουτσούκ, τα πλαστικά, κλπ), που καλούνται **διηλεκτρικά** ή μονωτές.
- τον 18^ο αιώνα προτάθηκε η υπόθεση της ύπαρξης δύο ρευστών στο εσωτερικό των σωμάτων, που η αναλογία τους εξηγεί την ηλεκτρική τους συμπεριφορά.
- τα ρευστά αυτά δεν βρέθηκαν ποτέ και η υπόθεση τους εγκαταλείφθηκε με την ανακάλυψη του ηλεκτρονίου το 1897 από τον Thomson.

Μαγνητισμός:

- Το έπος του Γκιλγκαμές επίσης αναφέρει την χρήση κατευθυντήριων λίθων, το 3700 π.Χ.

Επικό ποίημα από την περιοχή της Βαβυλωνίας, που αποτελεί το αρχαιότερο γνωστό λογοτεχνικό έργο. Πρόκειται για τη συλλογή θρύλων και ποιημάτων των Σουμερίων για τον Γκιλγκαμές, μυθικό ή/και ιστορικό πρόσωπο Βασιλέα ήρωα της Ουρούκ, που θεωρείται ότι έζησε την 3η χιλιετία π.Χ.

- Ο Αριστοτέλης αποδίδει την πρώτη επιστημονική θεωρία του μαγνητισμού στον Θαλή.
- Στην Κίνα, η πρώτη καταγεγραμμένη αναφορά στον μαγνητισμό βρίσκεται σε ένα βιβλίο του 4ου αιώνα π.Χ., με τον τίτλο: Βιβλίο του Άρχοντα της Κοιλιάδας των Δαιμόνων.

"Ο μαγνητίτης κάνει τον σίδηρο να πλησιάζει ή αυτός έλκει αυτόν".



Μαγνητίτης

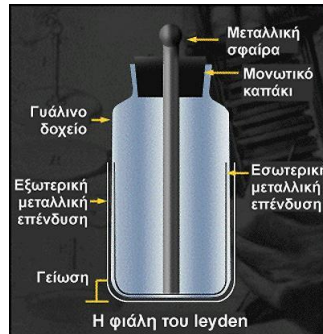
- Ο αρχαίος Κινέζος επιστήμονας Shen Kuo (1031-1095) ήταν ο πρώτος που έγραψε για την πυξίδα με μαγνητική βελόνα και βελτίωσε την ακρίβεια της ναυσιπλοΐας.
- Ο Alexander Neckham, το 1187, ήταν ο πρώτος στην Ευρώπη που περιέγραψε την πυξίδα και την χρήση της στη ναυσιπλοΐα.
- Ο Girbert το 1600 ισχυρίζεται ότι και άλλα υλικά εκτός από το ήλεκτρο (όπως το γυαλί, το διαμάντι και το θειάφι) έχουν την ίδια ιδιότητα να έλκουν μικρά και ελαφριά αντικείμενα και ότι η Γη συμπεριφέρεται σαν ένας μεγάλος μαγνήτης.
- Σήμερα γνωρίζουμε και άλλα υλικά όπως το λάστιχο, τα πλαστικά, την πορσελάνη, τα κεραμικά κ.α. που χαρακτηρίζουμε σαν μονωτές ή διηλεκτρικά υλικά.
- Το 1650 ο Γερμανός φυσικός Otto von **Guericke** (1602-1686) κατασκευάζει την πρώτη αντλία κενού και το 1654 κάνει την εκπληκτική επίδειξη-παρουσίαση των αποτελεσμάτων της - στο Ράιχσταγκ μπροστά στον αυτοκράτορα Φερνινάρδο τον 3^ο - με 30 άλογα (15 σε κάθε ομάδα) να τραβάνε και να μην μπορούν να ανοίξουν δύο ημισφαίρια (γνωστά ως ημισφαίρια του Βραδεμβούργου, όπου έγινε η δεύτερη επίδειξη το 1660).



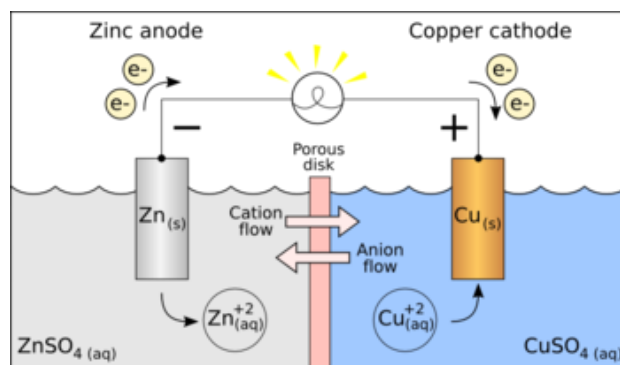
Το 1663 ο Guericke κατασκευάζει μια απλή μηχανή (μια μεγάλη περιστρεφόμενη σφαίρα από θείο που φορτίζεται όταν την τρίβουμε με το χέρι – ο Νεύτωνας αργότερα πρότεινε γυάλινη σφαίρα) για την παραγωγή στατικού ηλεκτρισμού με τριβή και αποδεικνύει ότι οι ηλεκτρικές αλλά και οι μαγνητικές ελκτικές δυνάμεις υφίστανται εξίσου καλά και στο κενό.

- Το 1729 ο Άγγλος φυσικός Stephen **Gray** διαπιστώνει τη ροή του ηλεκτρισμού και το διαχωρισμό των υλικών σε αγωγούς και μονωτές.

- Το 1733 ο Γάλλος φυσικός Charles- Francois de Cisternay **du Fay** διαχωρίζει τις δύο μορφές του ηλεκτρισμού: **υαλώδης** και **ρητινώδης**.
- Το 1745 ο Δανός φυσικός Pieter van **Musschenbroek** επινοεί τη λουγδουνική λάγνη (ή φιάλη του Leyden) που ήταν η ελληνική ονομασία του πυκνωτή μέχρι πρόσφατα.



- Το 1747 ο **Φραγκλίνος** εξηγεί τις δύο μορφές του ηλεκτρισμού σαν διαφορά στην κατάσταση του και όχι σαν δύο ρευστά.
- Το 1752 ο Φραγκλίνος συσχετίζει τον ουράνιο ηλεκτρισμό (αστραπές και κεραυνούς) με εκείνον που παράγεται από την λουγδουνική λάγνη και ανακαλύπτει το αλεξικέρανο.
- Κατά τη φόρτιση ενός ηλεκτροσκοπίου μέσω σύρματος, το ηλεκτροσκόπιο φορτίζεται αμέσως και το ρεύμα διακόπτεται. Πώς μπορούμε να διατηρήσουμε το ρεύμα; Αυτό το ερώτημα βασάνιζε τους ασχολούμενους με τον ηλεκτρισμό κατά το δεύτερο μισό του 18ου αιώνα.
- Το 1780 ο Ιταλός γιατρός Luigi **Galvani** (1737-1798), καθηγητής ανατομίας στο Παν/μιο της Μπολόνια, παρατηρεί τυχαία ότι οι μύες ενός βατράχου συσπώνται όταν έρχονται σε επαφή με δύο διαφορετικά μέταλλα ή με τα άκρα μια φιάλης Leyden.
- ότι όταν δύο διαφορετικά μέταλλα, όπως πχ ο χαλκός και ο ψευδάργυρος συνδέονται μεταξύ τους



Γαλβανικό στοιχείο

Το 1785 ο Γάλλος **Charles Coulomb** μετά από ποσοτική πειραματική έρευνα πάνω στις ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις, ανακαλύπτει τον πρώτο νόμο του ηλεκτρισμού, σε αναλογία με τον νόμο της παγκόσμιας έλξης του Νεύτωνα.

Προς τιμήν του δόθηκε το όνομα του στη μονάδα του ηλεκτρικού φορτίου.



Charles-Augustin de
Coulomb

- Το 1800 ο Ιταλός καθηγητής Φυσικής στο Παν/μιο της Παβία Alessandro **Volta** (1745-1827), συνεχίζοντας τα πειράματα του Γκαλβάνι, κατασκευάζει την πρώτη **ηλεκτρική στήλη**, με μερικές δεκάδες φύλλα χαλκού ή αργύρου και άλλα τόσα φύλλα κασσίτερου ή ψευδαργύρου εναλλάξ, με χαρτί εμποτισμένο με αγώγιμο υγρό μεταξύ τους, που μπορούσε να προκαλέσει τίναγμα σε όποιον άγγιζε τα δύο άκρα της με τα χέρια του.



Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio
Volta



Στη φωτογραφία ο Βόλτα σε πειράματα επίδειξης μπροστά στον Ναπολέοντα



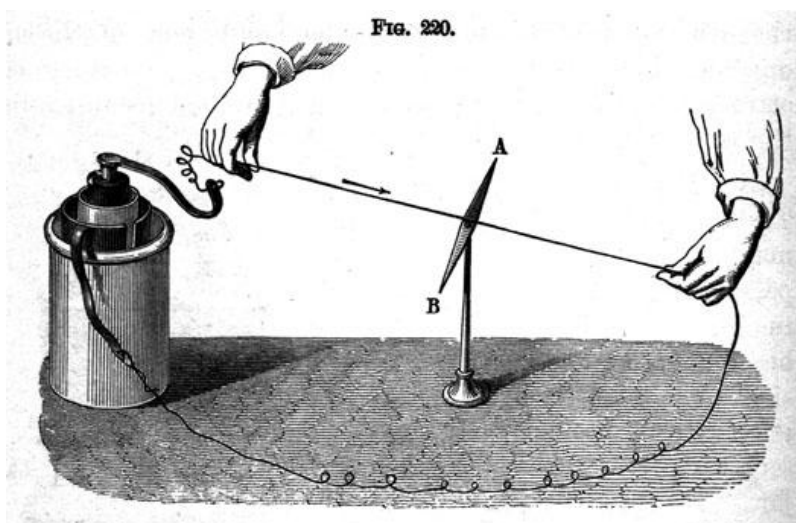


Η μέχρι τότε διάταξη που παρείχε ηλεκτρική τάση ήταν ο πυκνωτής (φιάλη Leyden) που αμέσως μετά τη σύνδεση των άκρων της η τάση εξαφανιζόταν.

- Το ίδιο έτος ο Άγγλος χημικός William **Nicholson** απέδειξε πως όχι μόνον από μια χημική αντίδραση μπορούσε να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα, αλλά ότι και το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να προκαλέσει μια χημική αντίδραση (**ηλεκτρόλυση**) και ήταν ο πρώτος που επέτυχε να διασπάσει το νερό στα στοιχεία από τα οποία αποτελείται.

Οι σημαντικότεροι σταθμοί στην πορεία της ενοποίησης αυτής είναι :

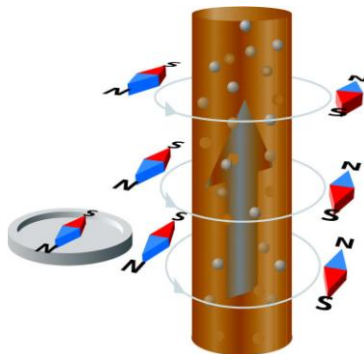
- 1820 Το **πείραμα του Oersted** (1777-1851), που αποκάλυψε την **επίδραση ηλεκτρικών ρευμάτων σε μαγνήτες**, δηλαδή τη δημιουργία Μ.Π γύρω από ρευματοφόρους αγωγούς.



Oersted (1820)

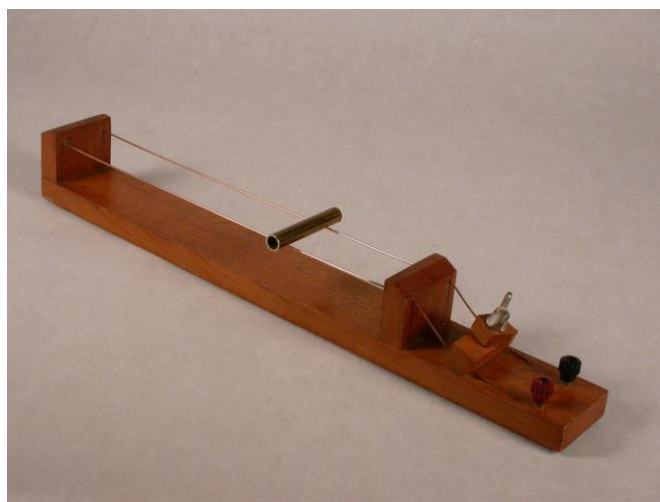
ο ηλεκτρισμός δημιουργεί μαγνητικά πεδία

Ο Δανός Hans Christian Oersted πραγματοποιεί πείραμα, κατά τη διάρκεια μαθημάτων στο Παν/μιο της Κοπεγχάγης, όπου δείχνει την επίδραση του ηλεκτρικού ρεύματος σε μαγνητική βελόνα, αποδεικνύοντας τα μαγνητικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος. Παρατηρεί ακόμα ότι ένας ρευματοφόρος αγωγός επηρεάζεται από μαγνητικά πεδία.

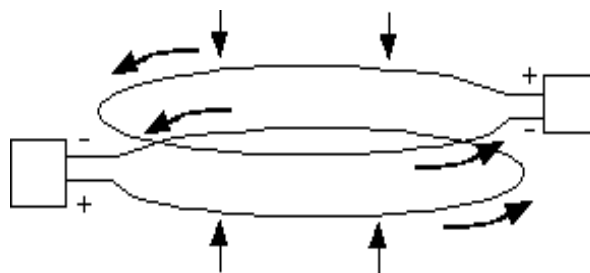


‘Ο Νεύτωνας του Ηλεκτρισμού’ Γάλλος φυσικός Andre-Marie **Ampère**, λίγες μέρες μετά από την ανακοίνωση των πειραμάτων του Έρστεντ σχηματίζει

Αποδεικνύει ότι δύο παράλληλοι ρευματοφόροι αγωγοί έλκονται ή απωθούνται, σαν να ήτανε μαγνήτες, ανάλογα με το αν τα ρεύματα που τους διαρρέουν είναι ομόρροπα ή αντίρροπα. Προτείνει επίσης την υπόθεση ότι οι μαγνητικές ιδιότητες θα μπορούσαν να αποδοθούν στα στοιχειώδη ηλεκτρικά ρεύματα μέσα στα μόρια και τα άτομα των σωμάτων που τις εμφανίζουν.



Επινόησε τέλος τον πρώτο ηλεκτρικό τηλέγραφο και τον ηλεκτρομαγνήτη και κατασκεύασε τον πρόδρομο του γαλβανόμετρου.

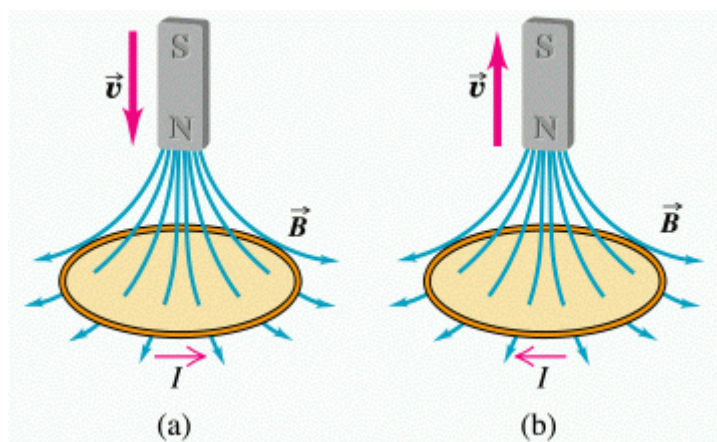
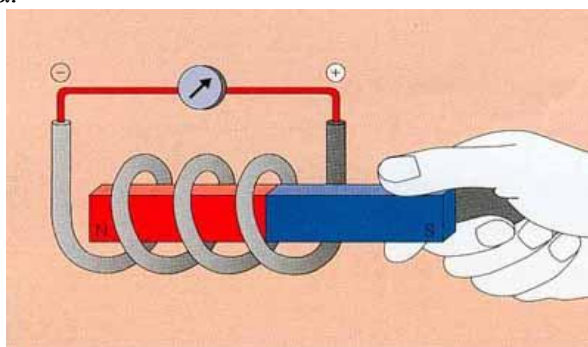


Parallel currents in two loops also attract

- Η σύλληψη της έννοιας του **πεδίου δυνάμεων** , που υποκατέστησε την έννοια της δράσης από απόσταση, αμφισβητώντας τη Νευτώνεια δυναμική. Η δράση προχωράει σταδιακά στο χώρο που παρεμβάλλεται ανάμεσα στα σώματα και απαιτεί χρόνο για τη μετάδοση της

Υποκατέστησε την έννοια της δράσης από απόσταση με την έννοια του πεδίου δυνάμεων,.

- Η ανακάλυψη από τον **Faraday** (1831) του **φαινομένου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής**, της δημιουργίας δηλαδή ηλεκτρικού ρεύματος από την κίνηση ενός μαγνήτη κοντά σε κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.



Ανακάλυψε το βενζόλιο, πέτυχε την υγροποίηση όλων σχεδόν των γνωστών αερίων της εποχής του, παρουσίασε την αρχή λειτουργίας του ηλεκτρικού κινητήρα, έδειξε ότι ένας κοίλος αγωγός αποτελεί φράγμα στις ηλεκτροστατικές δράσεις (κλωβός του Φάραντεϋ) και διατύπωσε τη θεωρία της ηλεκτρόλυσης.

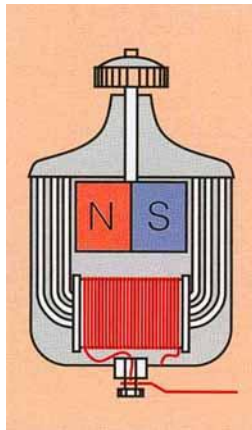
και

- Έδειξε ότι οι μεταβολές ενός ηλεκτρομαγνητικού πεδίου διαδίδονται στο χώρο υπό τη μορφή κύματος με την ταχύτητα του φωτός. Η απόδειξη ότι και **το φως είναι ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα**.

- Η διατύπωση από τον **Maxwell** τεσσάρων μόνων εξισώσεων που διέπουν τον ηλεκτρομαγνητισμό

Οι απλές και συμμετρικές εξισώσεις του Maxwell πήραν την τελική τους μορφή από τους Haviside(1850-1925) και Lorentz (1853-1928), που αποσαφήνισαν την ηλεκτρομαγνητική θεωρία. που κατά τον Αϊνστάιν είναι μια από τις μεγαλύτερες κατακτήσεις στην ιστορία της ανθρωπότητας.

- Carl Friedrich **Gauss** (1777-1855)
Γερμανός αστρονόμος, μαθηματικός (θεωρία σφαλμάτων των μετρήσεων, θεωρία αριθμών, θεωρία συναρτήσεων κ.ά.) και φυσικός που μεταξύ άλλων μελέτησε την ηλεκτρική ροή σε σχέση με τα ηλεκτρικά φορτία που την παράγουν.
- Ο Αμερικανός φυσικός Joseph Henry(1797-1878), που είχε ανακαλύψει και αυτός το φαινόμενο της επαγωγής ανεξάρτητα από τον Φαρανταί, αλλά καθυστέρησε να το δημοσιεύσει. επινόησε μια πρακτική διάταξη, τον ηλεκτροκινητήρα, όπου με τον αντίθετο ακριβώς συλλογισμό της ηλεκτρικής γεννήτριας έθετε σε κίνηση έναν τροχό τροφοδοτώντας το κύκλωμα με ηλεκτρικό ρεύμα.



δυναμό

Ο θρίαμβος της ηλεκτρομαγνητικής θεωρίας ολοκληρώνεται σύντομα με δύο καταπληκτικές ανακαλύψεις:

- Την ανακάλυψη των ραδιοφωνικών κυμάτων (**ερτζιανά κύματα**) το **1887** από τον Heinrich Rudolf **Hertz** (1857-1894) με έναν ταλαντωτή δικής του επινόησης, που επαληθεύει τη θεωρία του για τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, ανοίγοντας το δρόμο για την ασύρματη τηλεγραφία μέσω κυμάτων.
- Στηριζόμενος στην εργασία του Χέρτζ ο εικοσάχρονος Ιταλός **Guglielmo Marconi**, καταφέρνει να στείλει με σήματα Morse ασύρματο μήνυμα σε μικρή απόσταση αρχικά και τελειοποιώντας τη συσκευή του αργότερα σε χιλιάδες μίλια. Τιμήθηκε με το βραβείο Nobel το 1907, για την εργασία του στην ασύρματη τηλεγραφία.



Guglielmo Marconi

- Ο Wilhem Conrad **Röntgen** ανακαλύπτει το **1895** των **ακτίνες X** και βραβεύεται το 1901 με το πρώτο βραβείο Νόμπελ Φυσικής.



Library of Congress

Wilhem Conrad **Röntgen**