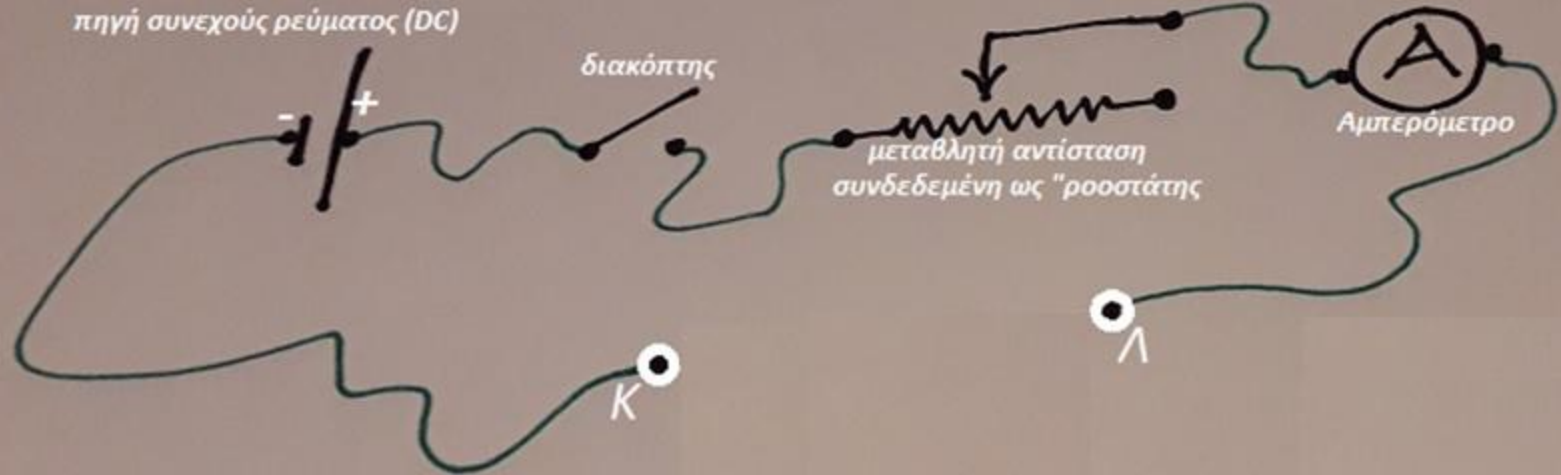


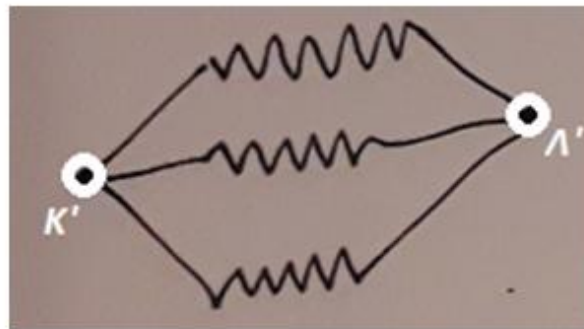
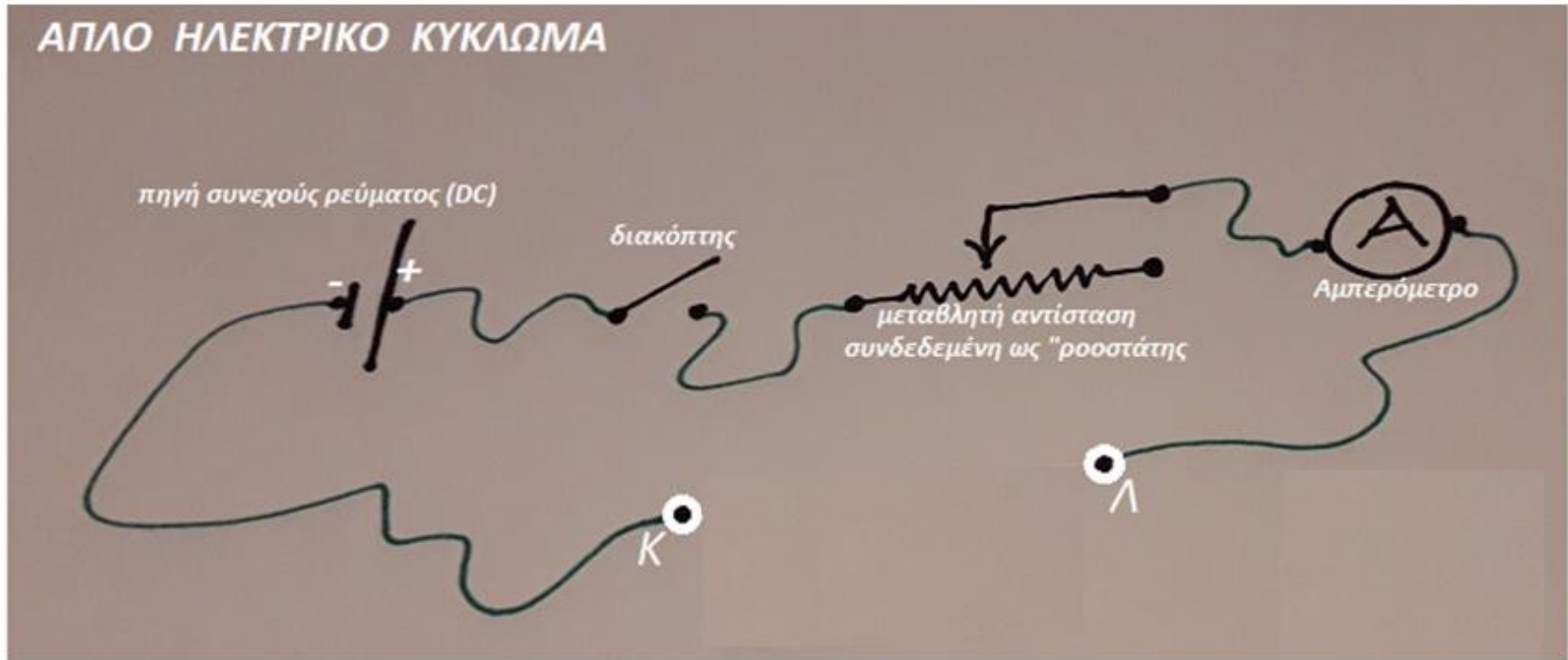
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΛΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ



ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

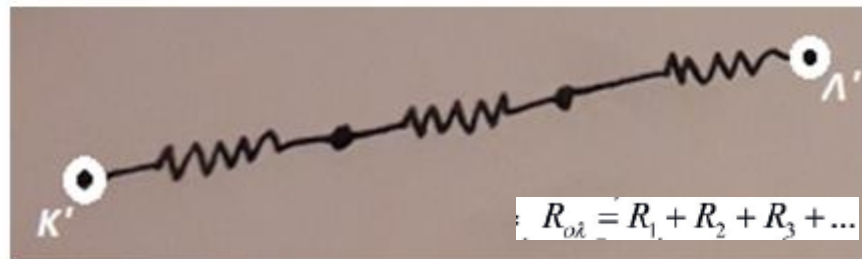
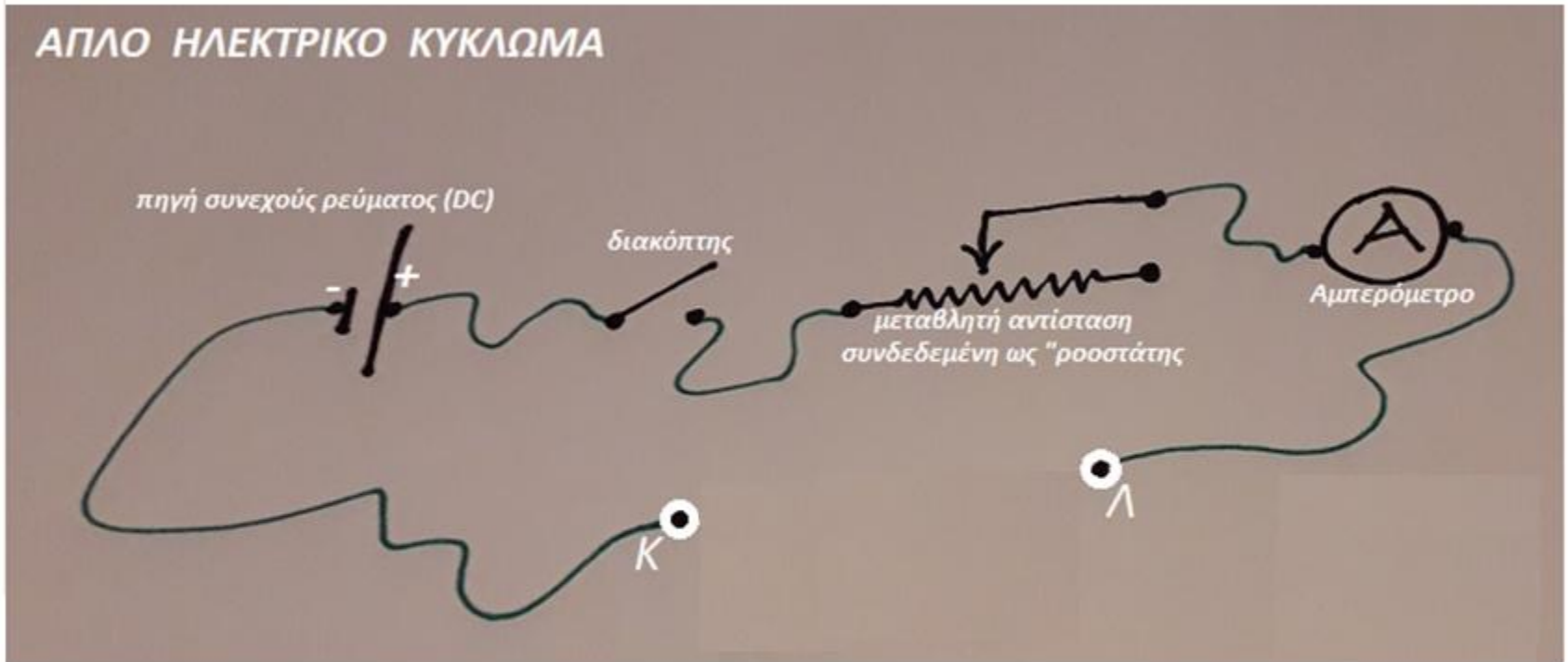
ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ «ΕΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩ»



$$\frac{1}{R_{\text{ολ}}}= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

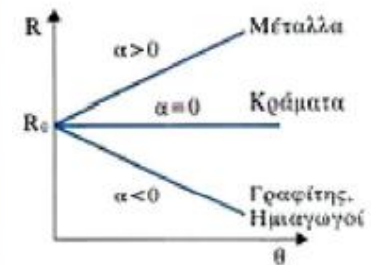
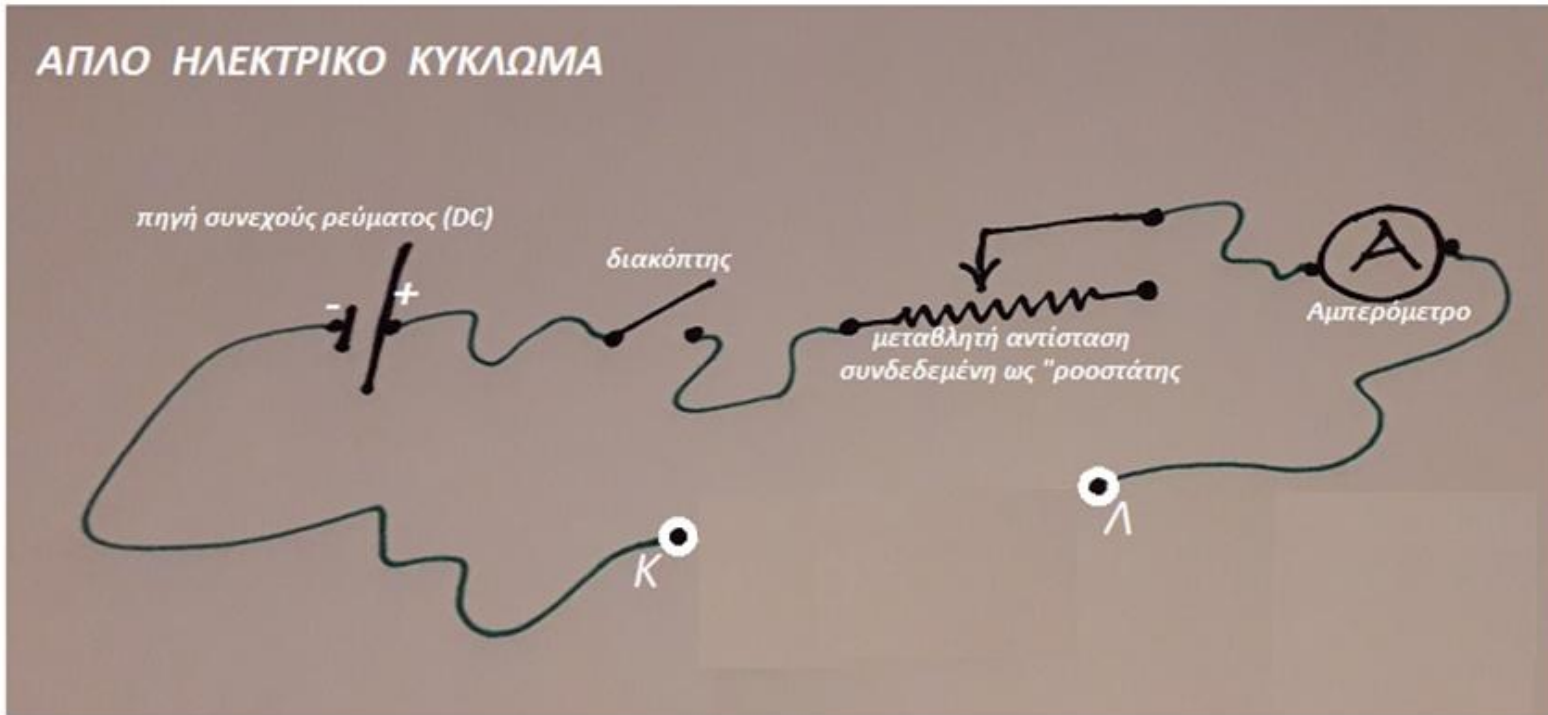
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ «ΕΝ ΣΕΙΡΑ»



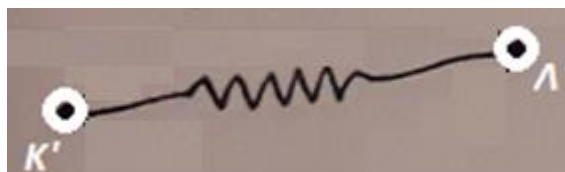
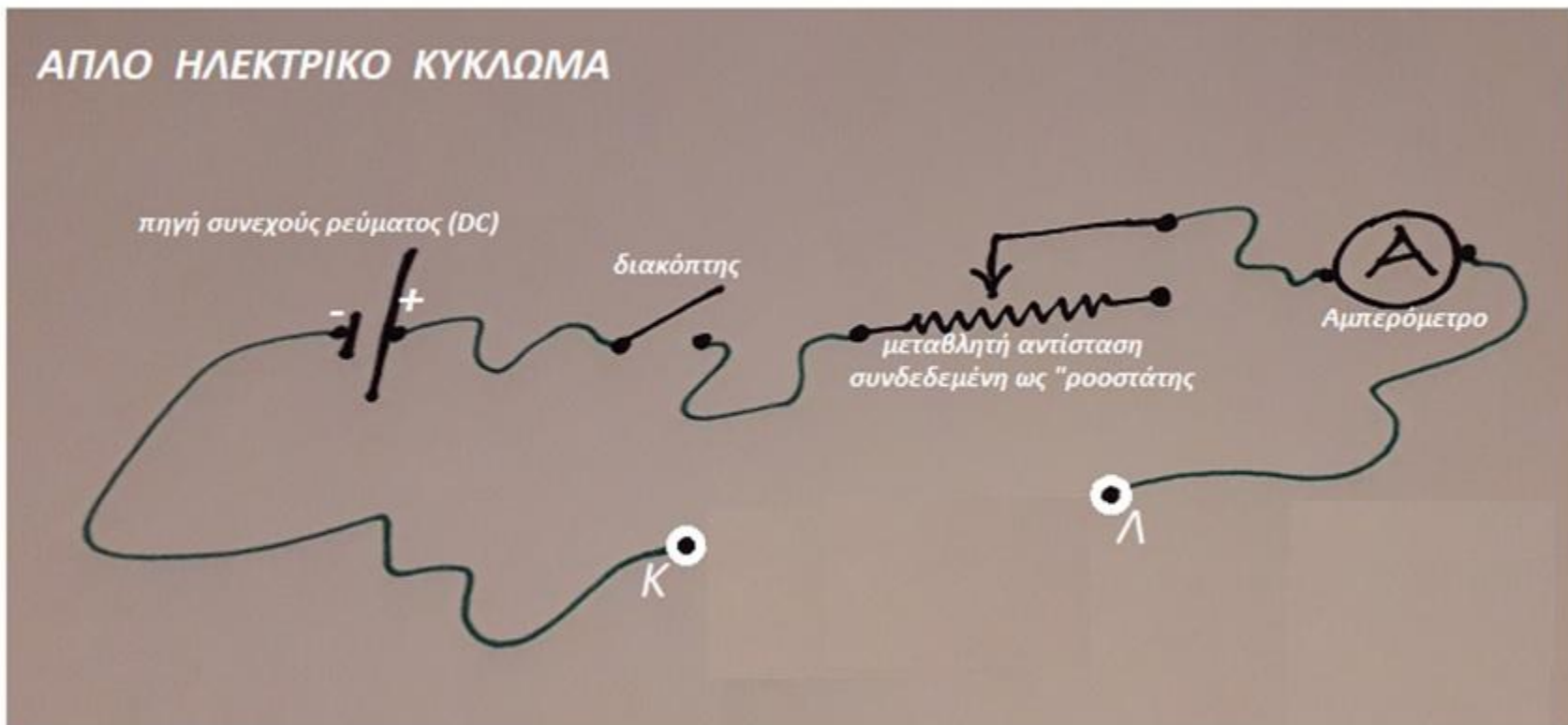
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ $R_{\theta} = R_0(1 + \alpha\theta)$



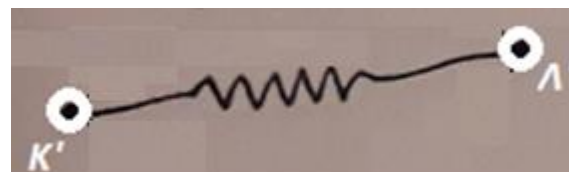
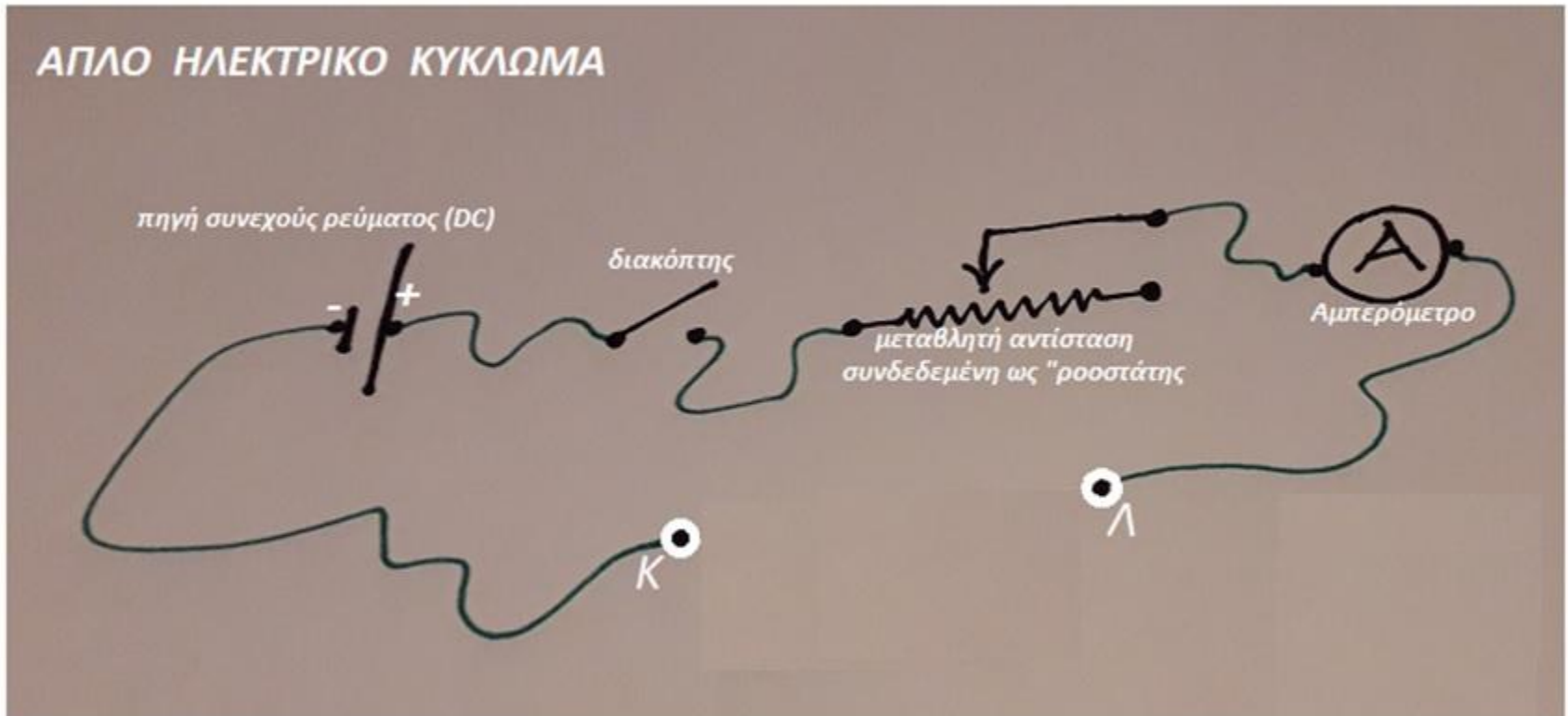
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΘΕΡΜΙΚΑ



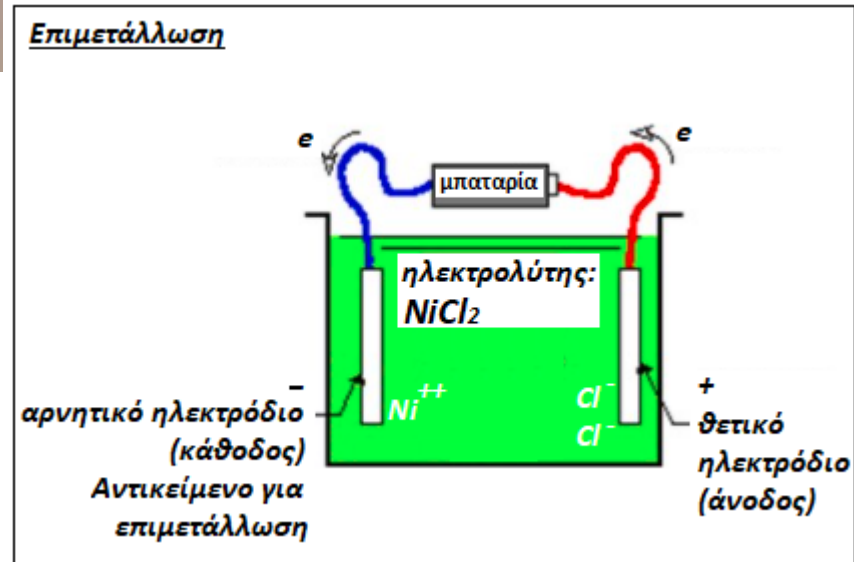
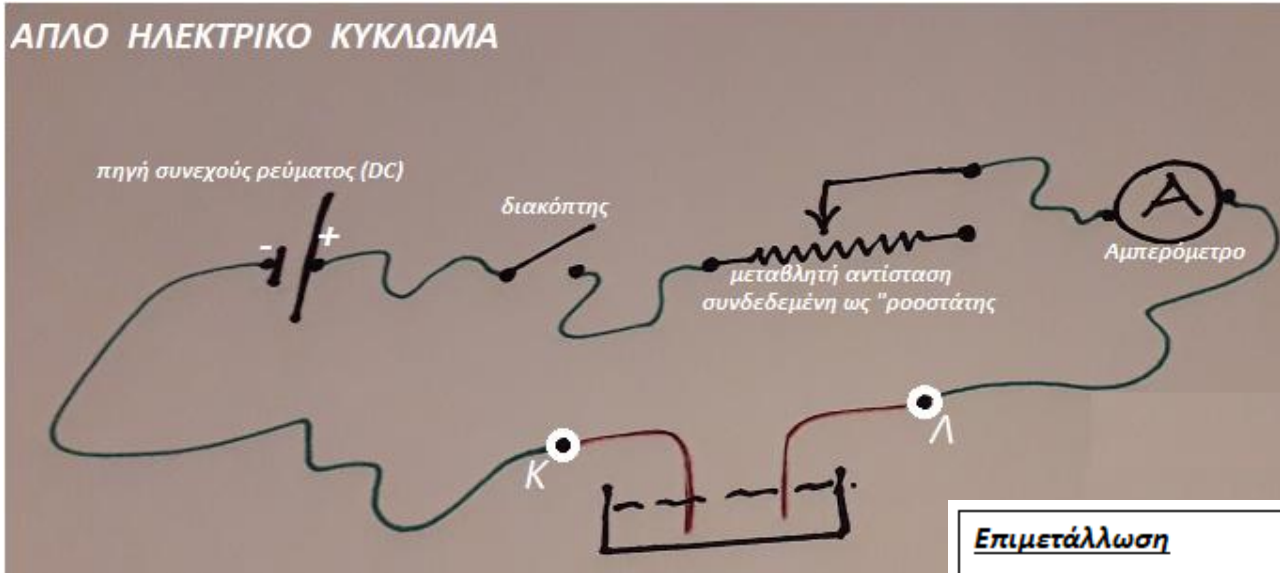
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΘΕΡΜΙΚΑ - ΑΣΦΑΛΕΙΑ



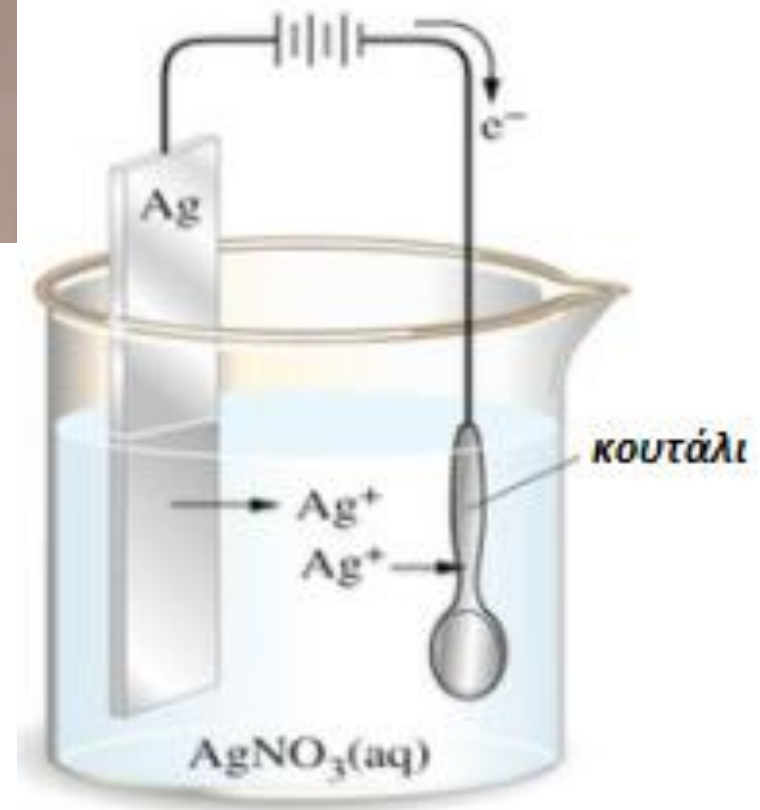
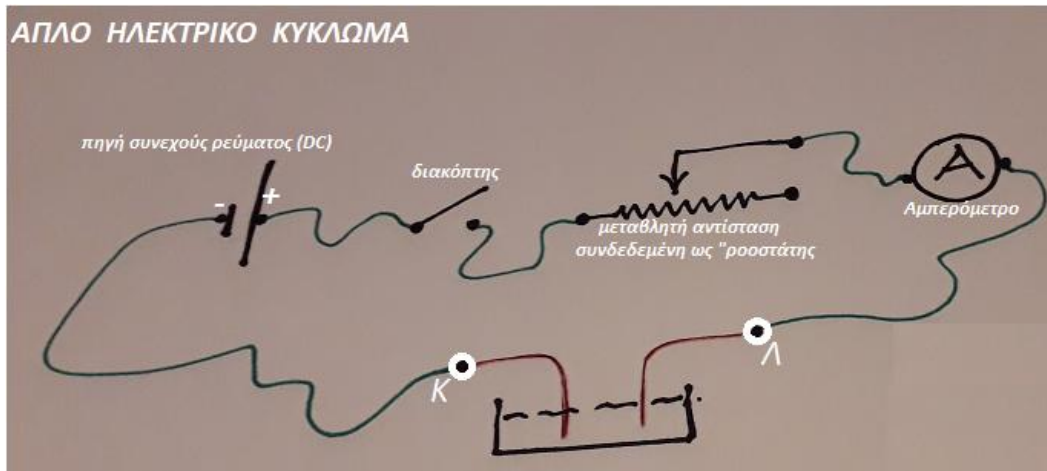
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΧΗΜΙΚΑ



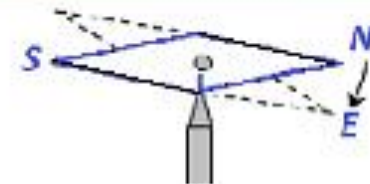
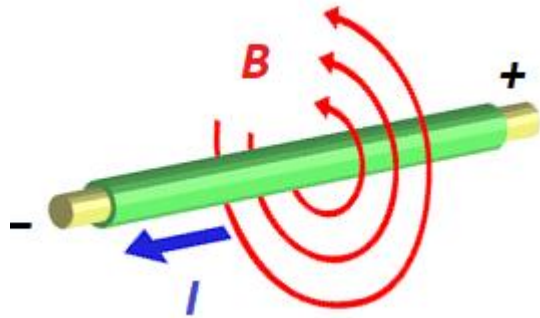
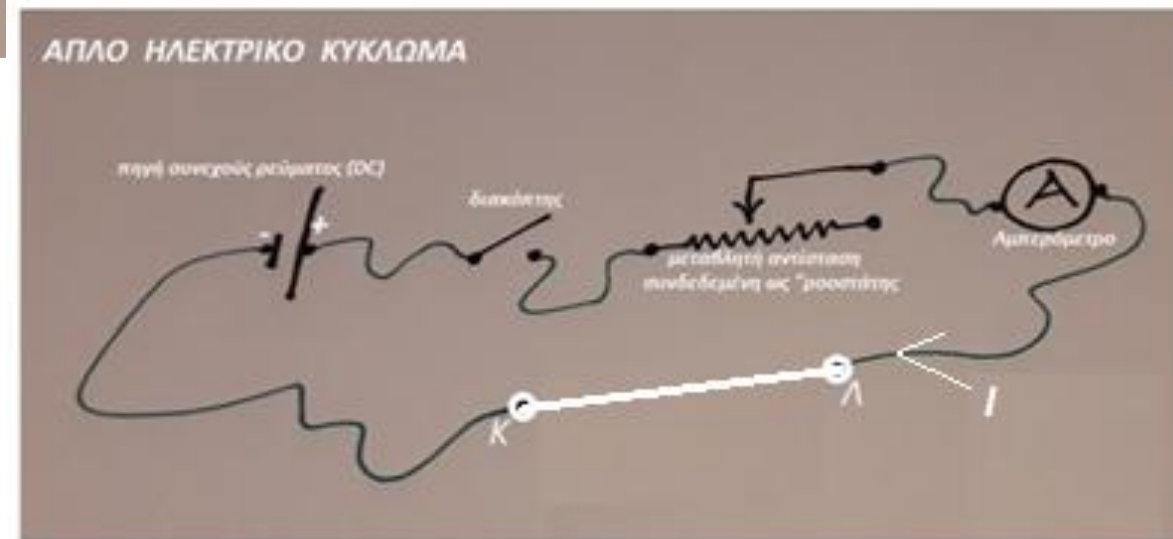
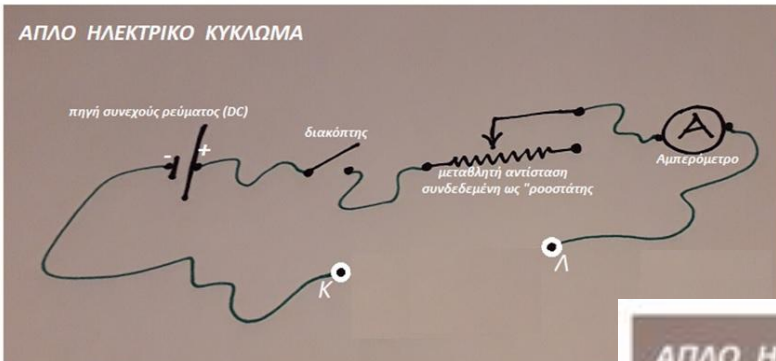
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΧΗΜΙΚΑ



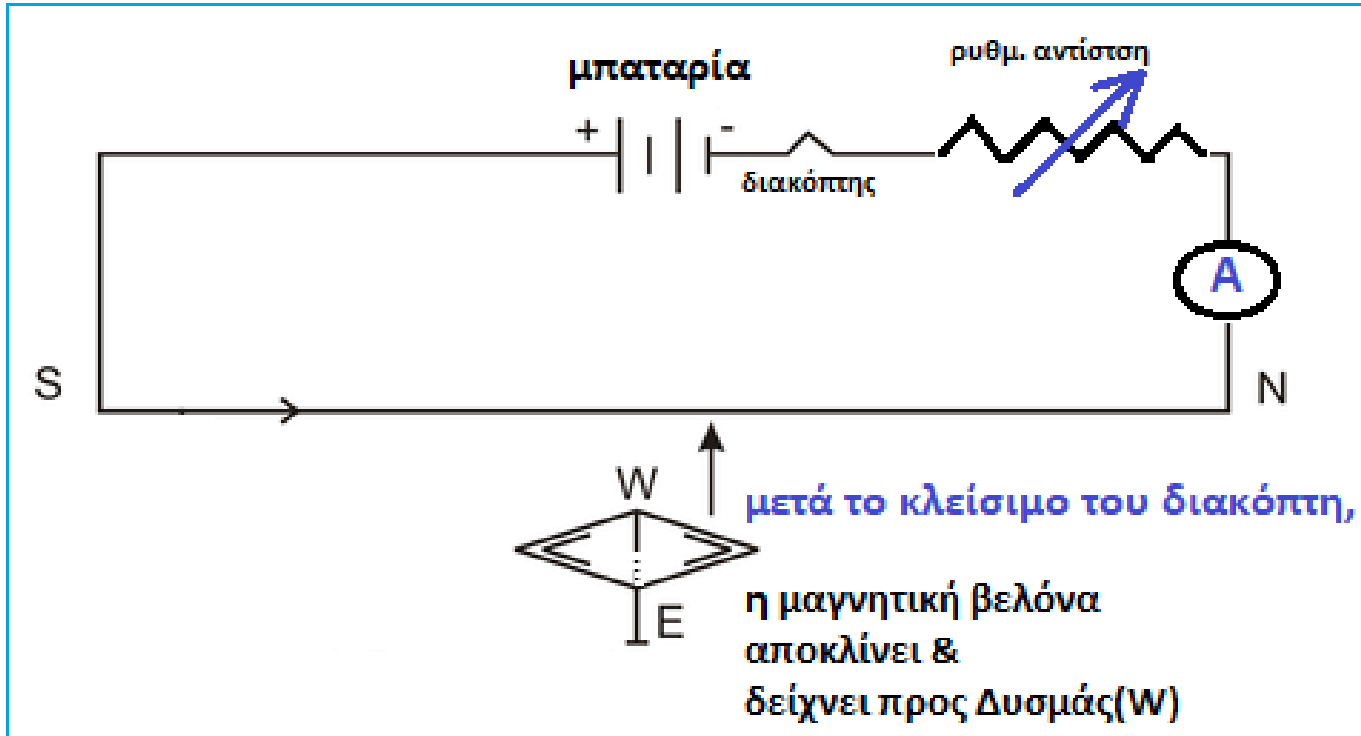
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ



ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ

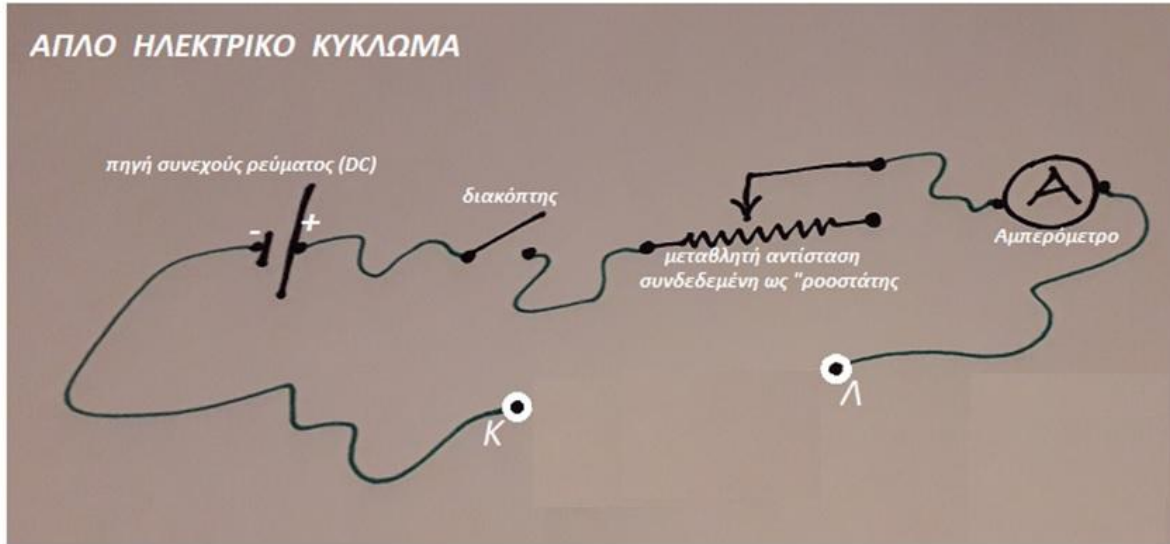


Πείραμα του OERSTED

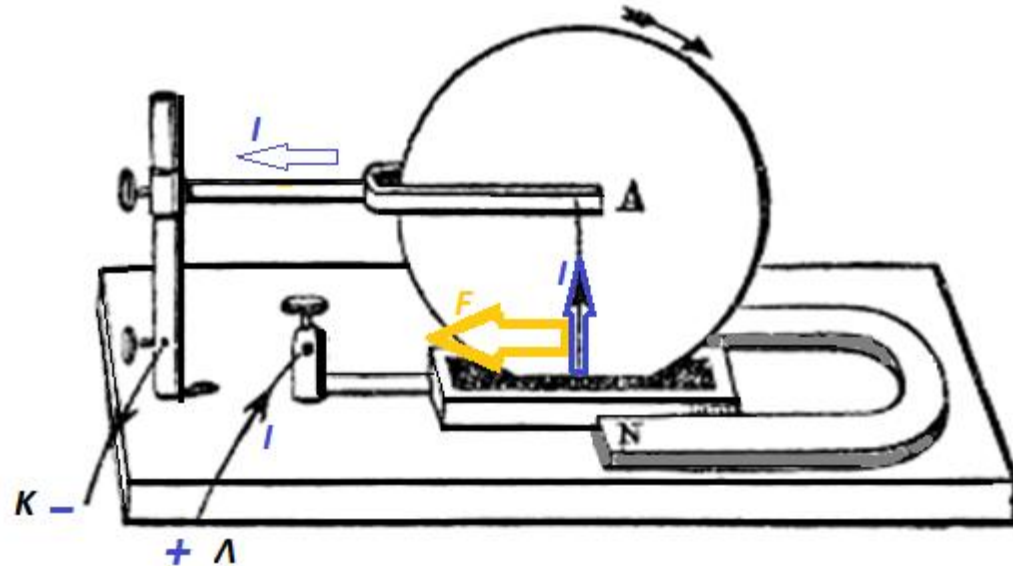


ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΜΗΧΑΝΙΚΑ



Τροχός του BARLOW



ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ

Ένταση ρεύματος	Απαιτούμενη τάση για στεγνό δέρμα (R=100kΩ)	Απαιτούμενη τάση για υγρό δέρμα (R=1kΩ)	Παθοφυσιολογικό αποτέλεσμα
1 mA	100 V	1 V	Κατώφλι αίσθησης. Αίσθημα «μυρμηγκιάσματος».
5 mA	500 V	5 V	Το μέγιστο ακίνδυνο. Προκαλεί ενοχλητικό σοκ.
20 mA	2000 V	20 V	Τετανικές μυϊκές συσπάσεις.
100 mA	10000 V	100 V	Κοιλιακή μαρμαρυγή.
2 A	200000 V	2000 V	Καρδιοαναπνευστική ανακοπή. Εγκαύματα.

alamot.github.io/electric_current_and_human_body/

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ

Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος

Εργαστηριακά πειράματα έχουν δείξει ότι λιγότερο από το 1% των ανθρώπων μπορούν να αισθανθούν εναλλασσόμενο ρεύμα έντασης 0,3 mA συχνότητας 50 Hz. Η μέση τιμή για το κατώφλι αντίληψης του ρεύματος είναι 1,1 mA στους άνδρες και 0,7 mA στις γυναίκες. Ρεύμα αυτή της έντασης δίνει μια αίσθηση «μυρμηγκιάσματος». Το κατώφλι αντίληψης για συνεχές ρεύμα κυμαίνεται από 2-10 mA. Αυτές οι τιμές μας δείχνουν τρία πράγματα:

alamot.github.io/electric_current_and_human_body/

1. Το κατώφλι αντίληψης διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο.
2. Οι γυναίκες είναι πιο ευαίσθητες στην αντίληψη του ρεύματος.
3. Το ανθρώπινο σώμα είναι πιο ευαίσθητο στα εναλλασσόμενα σήματα από ότι στα συνεχή.

Ρεύμα έντασης 5 mA (0,005 A) 50 Hz θεωρείται ως το μέγιστο που είναι ακίνδυνο, αν και το σοκ («τίναγμα») που προκαλεί μπορεί να είναι αρκετά ενοχλητικό.

Αν ένας άνθρωπος πιάσει με το χέρι του ένα ρευματοφόρο αγωγό οι μύες του χεριού διεγείρονται και συστέλλονται. Έτσι το άτομο αναγκάζεται να κρατήσει πιο σφικτά τον αγωγό παρόλο που υφίσταται ηλεκτροπληξία. Σε σχετικά χαμηλά επίπεδα έντασης ρεύματος το άτομο μπορεί να ελέγξει τους μύες του, υπερνικώντας το ρεύμα και έτσι να απαγκιστρωθεί από το ρευματοφόρο αγωγό. Τα επίπεδα αυτά εξαρτώνται από την μυϊκή μάζα. Έτσι στα 50 Hz για τους άνδρες είναι 10-16 mA, για τις γυναίκες 6-10 mA, ενώ για τα παιδιά 3-6 mA. Τα επίπεδα αυτά για συνεχές ρεύμα είναι, γενικά, περίπου 50 mA - 75mA.

Ένα ρεύμα έντασης 10 mA - 20 mA (0,01 A - 0,02 A) μέσα από το χέρι ή το πόδι είναι αρκετά επώδυνο και μπορεί να προκαλέσει ισχυρές μυϊκές συσπάσεις. Ρεύμα 20 mA (0,02 A) μέσω του χεριού που κρατά ρευματοφόρο αγωγό καθιστά το άτομο πρακτικά ανίκανο να απαγκιστρωθεί από τον αγωγό λόγω της τετανικής σύσπασης που προκαλείται στους μύες του χεριού. Αν το θύμα δεν κρατά τον αγωγό, η ισχυρή μυϊκή σύσπαση συνήθως το εκτινάσσει μακριά με κίνδυνο μηχανικών κακώσεων. Ρεύματα της ίδιας έντασης μέσα από το στήθος μπορούν να προκαλέσουν *κοιλιακή μαρμαρυγή* (άτακτη σύσπαση των μυϊκών ινών των κοιλιών της καρδίας) εντός 30 δευτερολέπτων. Είναι αξιοσημείωτο ότι η διαφορά ανάμεσα σε ένα ρεύμα που γίνεται μόλις αντιληπτό και σε ένα που μπορεί να σκοτώσει είναι λιγότερο από 20 mA.

Ρεύμα έντασης 20 mA - 50 mA (0,02 A - 0,05 A) 50 Hz είναι εξαιρετικά επώδυνο και μπορεί να προκαλέσει παράλυση των αναπνευστικών μυών (*αναπνευστική παύση*).

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ

Η τάση του ηλεκτρικού ρεύματος

Από τις παραμέτρους που περιγράφονται από το νόμο του Ohm, η τάση είναι αυτή που συνήθως είναι γνωστή και θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως ένα μέτρο του μεγέθους της έκθεσης στο ρεύμα και κατά συνέπεια του μεγέθους της πιθανής βλάβης. Η τάση είναι ένα μέτρο της διαφοράς του ηλεκτρικού δυναμικού μεταξύ δύο σημείων και καθορίζεται από την ηλεκτρική πηγή. Οι περισσότερες ηλεκτροπληξίες προέρχονται από πηγές σταθερής τάσης, δηλαδή η τάση δεν αλλάζει τιμή με το χρόνο, άσχετα από την ένταση του ρεύματος που διοχετεύεται στο σύστημα από την πηγή.

Για να ρέουν, λοιπόν, τα φορτία σε ένα αγωγό πρέπει να υπάρχει μια τάση, δηλαδή μια διαφορά δυναμικού ανάμεσα σε δύο σημεία του αγωγού. Έτσι τα πουλιά που κάθονται πάνω σε ηλεκτροφόρα σύρματα δε παθαίνουν ηλεκτροπληξία γιατί και τα δύο τους πόδια ακουμπάνε πάνω στο ίδιο σύρμα. Έτσι, δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά δυναμικού μεταξύ τους και άρα δε ρέει ρεύμα διαμέσου του σώματος του πουλιού. Θα μπορούσε κάποιος, λοιπόν, να σκεφτεί ότι είναι αδύνατο να πάθει ηλεκτροπληξία ακουμπώντας μονάχα σε ένα σύρμα ή σε ένα σημείο. Δυστυχώς, για τους ανθρώπους, τις περισσότερες φορές δεν ισχύει κάτι τέτοιο, επειδή πατάνε στο έδαφος και τα υποδήματα που συνήθως φοράνε δεν είναι από μονωτικό υλικό με αποτέλεσμα να «κλείνει» το ηλεκτρικό κύκλωμα, χρησιμοποιώντας τη γη ως αγωγό.



alamot.github.io/electric_current_and_human_body/

Γενικά πάντως, δεν μπορούμε να λάβουμε υπόψιν μόνο την τάση, γιατί πολύ χαμηλές τάσεις μπορεί να είναι επικίνδυνες σε ειδικές περιπτώσεις που θα εξετάσουμε στη συνέχεια, ενώ, αντίστροφα, πολύ υψηλές τάσεις μπορεί να είναι εντελώς ακίνδυνες, όπως π.χ. η ηλεκτροστατική εκκένωση, που υφίσταται κανείς όταν περπατά πάνω σε χαλί και αγγίζει ύστερα κάποιο μεταλλικό αντικείμενο, μπορεί να αφορά χιλιάδες volts αλλά δεν έχει καμία σοβαρή επίπτωση στο ανθρώπινο σώμα.

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ

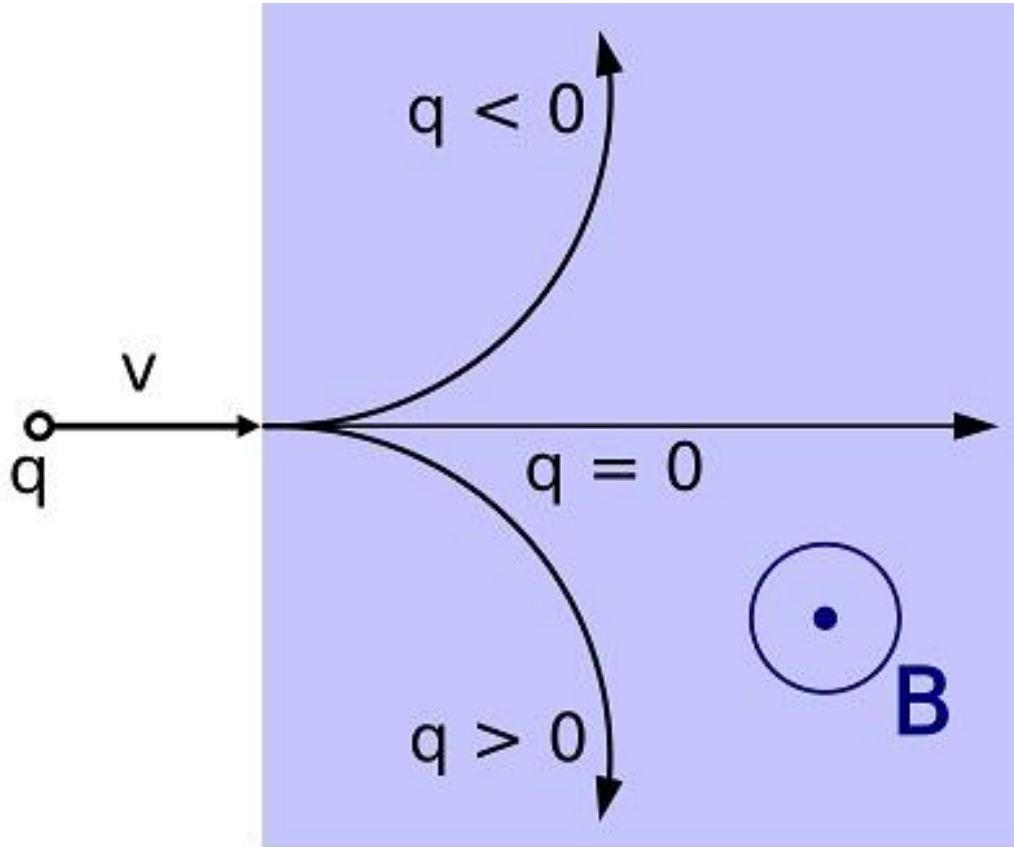
Ιστός	Αντίσταση
Βλεννογόνοι ή αμυχές	100 - 500 Ω/cm^2
Βρεγμένο δέρμα	500 - 1.500 Ω/cm^2
Ιδρωμένο δέρμα	1.500 - 2.500 Ω/cm^2
Παλάμη, έσω μηρός (αγγειώδεις περιοχές)	2.500 - 10.000 Ω/cm^2
Στεγνό δέρμα	10.000 - 100.000 Ω/cm^2
Πέλμα του ποδιού	100.000 - 200.000 Ω/cm^2
Πολύ παχύ δέρμα	1.000.000 - 2.000.000 Ω/cm^2

alamot.github.io/electric_current_and_human_body/

Ένταση ρεύματος	Απαιτούμενη τάση για στεγνό δέρμα (R=100k Ω)	Απαιτούμενη τάση για υγρό δέρμα (R=1k Ω)	Παθοφυσιολογικό αποτέλεσμα
1 mA	100 V	1 V	Κατώφλι αίσθησης. Αίσθημα «μυρμηγκιάσματος».
5 mA	500 V	5 V	Το μέγιστο ακίνδυνο. Προκαλεί ενοχλητικό σοκ.
20 mA	2000 V	20 V	Τετανικές μυϊκές συσπάσεις.
100 mA	10000 V	100 V	Κοιλιακή μαρμαρυγή.
2 A	200000 V	2000 V	Καρδιοαναπνευστική ανακοπή. Εγκαύματα.

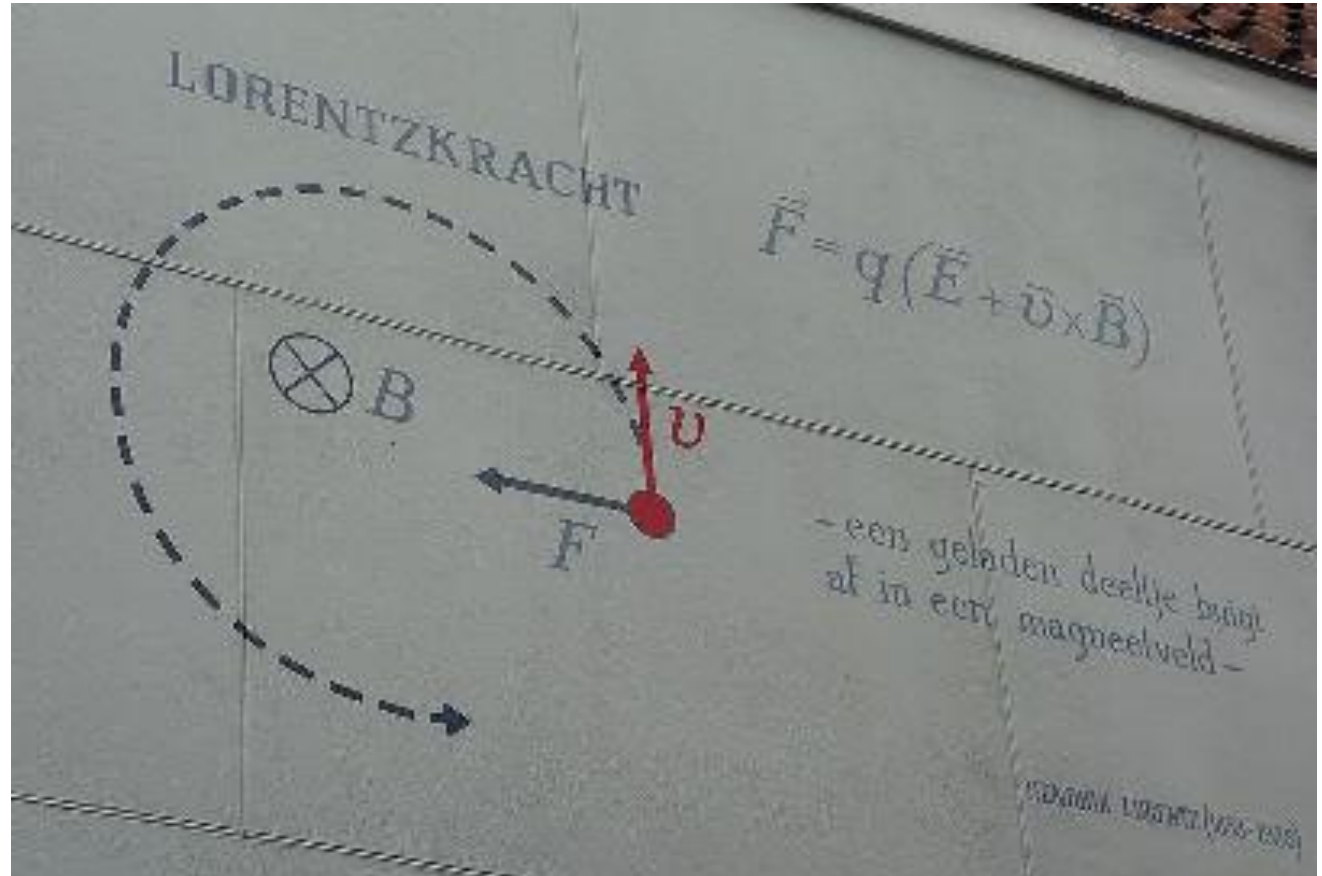
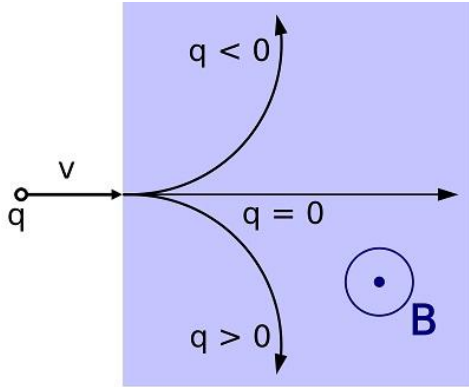
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

ΔΥΝΑΜΗ σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο (LORENTZ)



ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

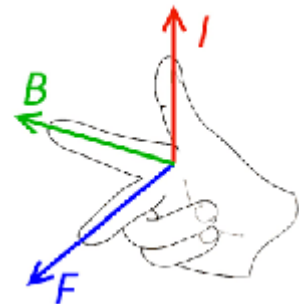
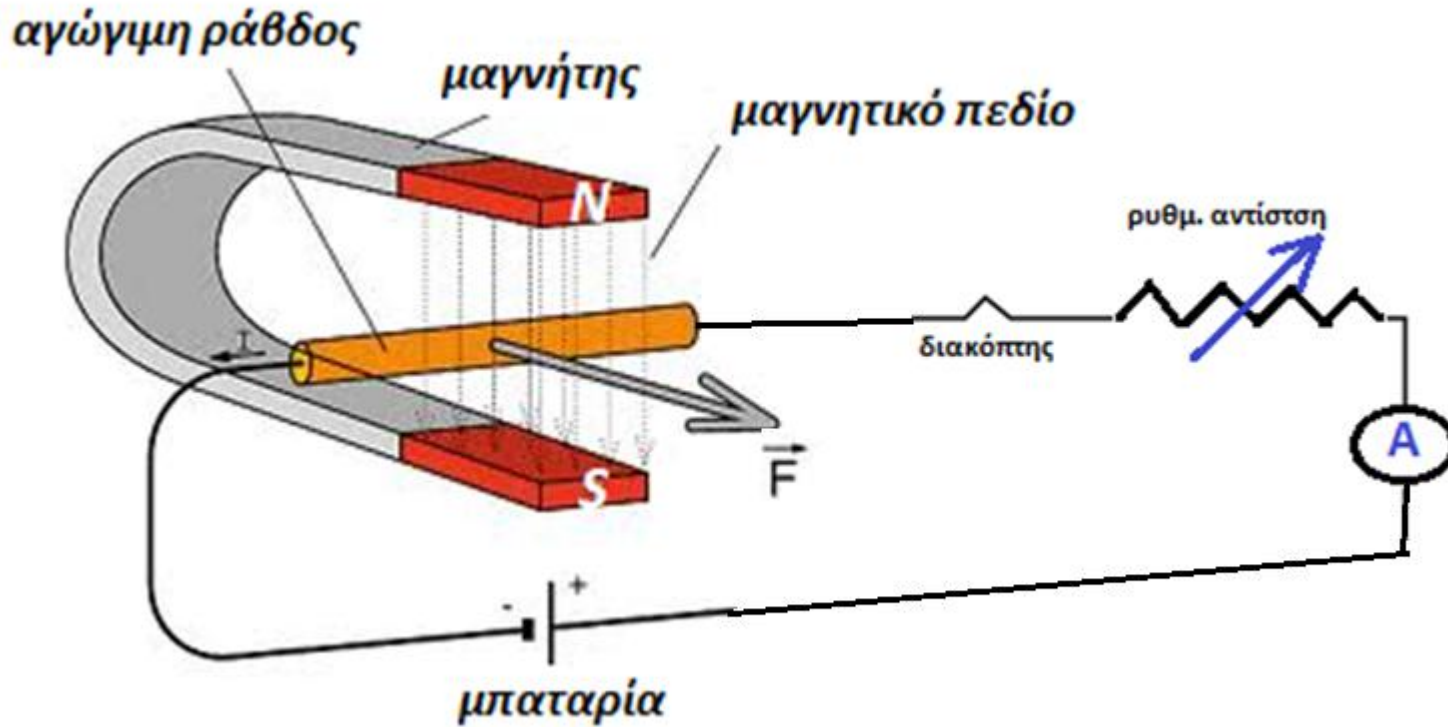
ΔΥΝΑΜΗ σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο (LORENTZ)



ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

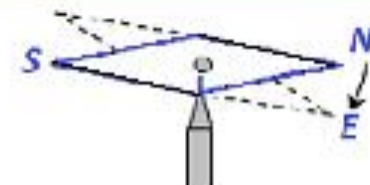
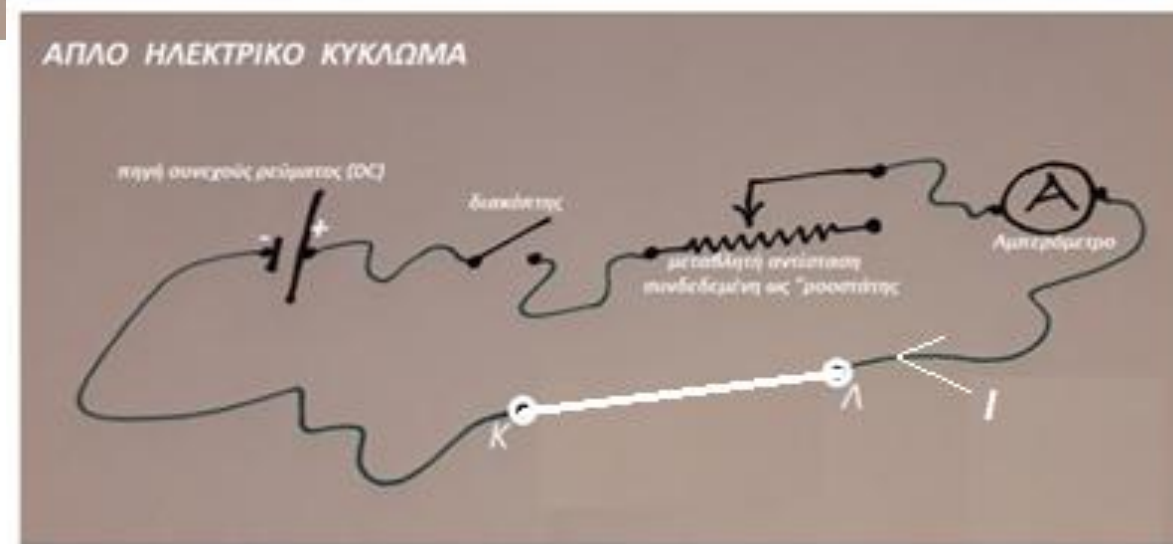
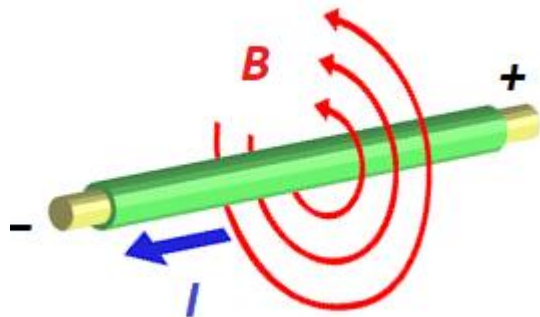
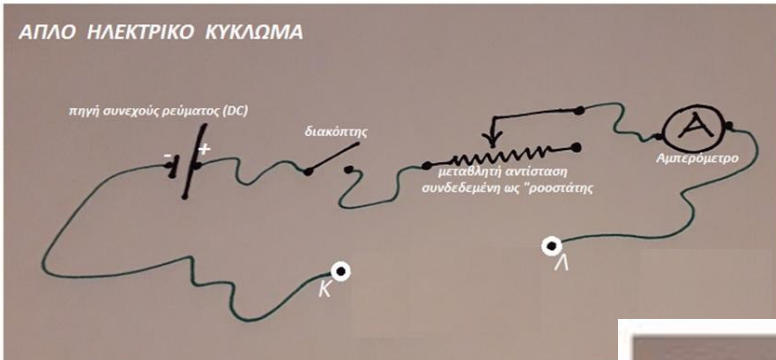
ΔΥΝΑΜΗ σε κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο (LORENTZ)

ΔΥΝΑΜΗ σε ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό (LAPLACE)



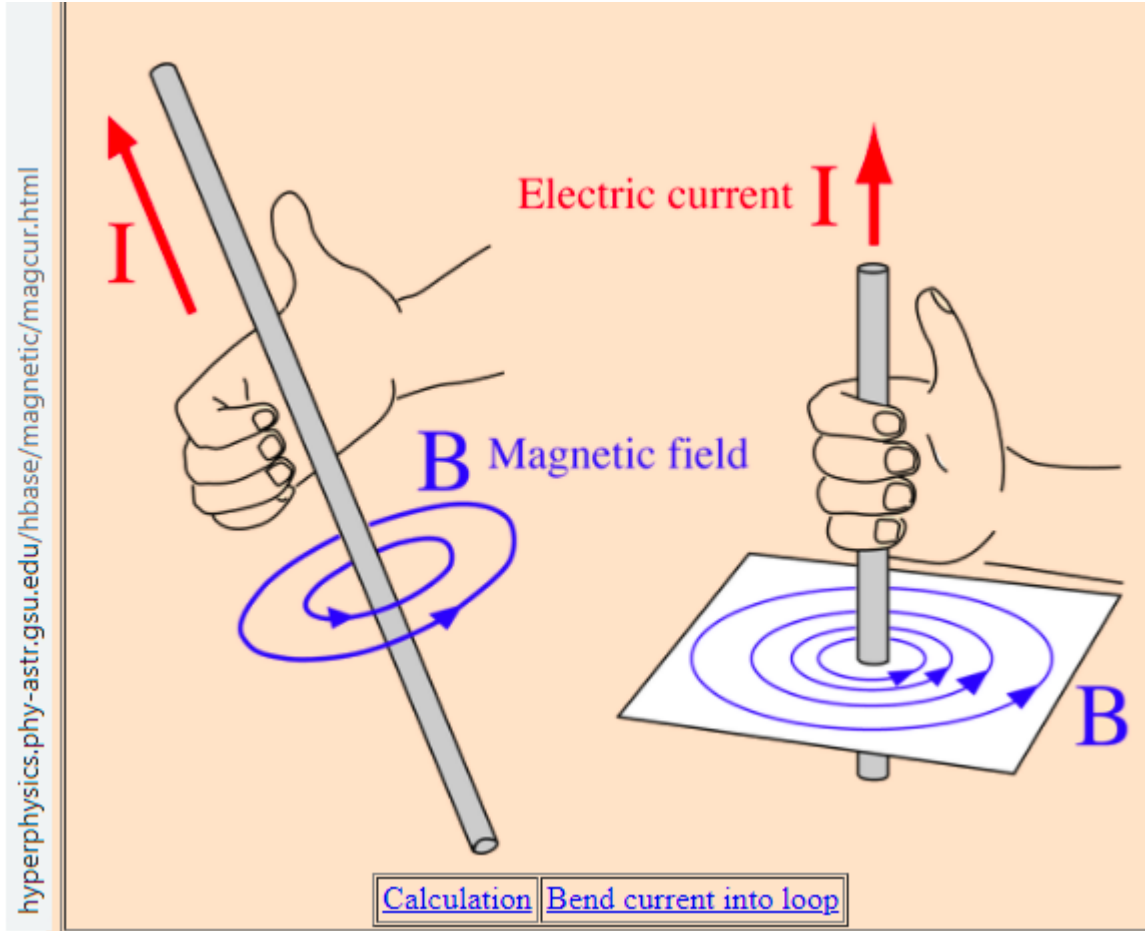
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ: ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟ ΡΕΥΜΑΤΟΦΟΡΟ ΑΓΩΓΟ



ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

ΜΑΓΝ. ΠΕΔΙΟ ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού

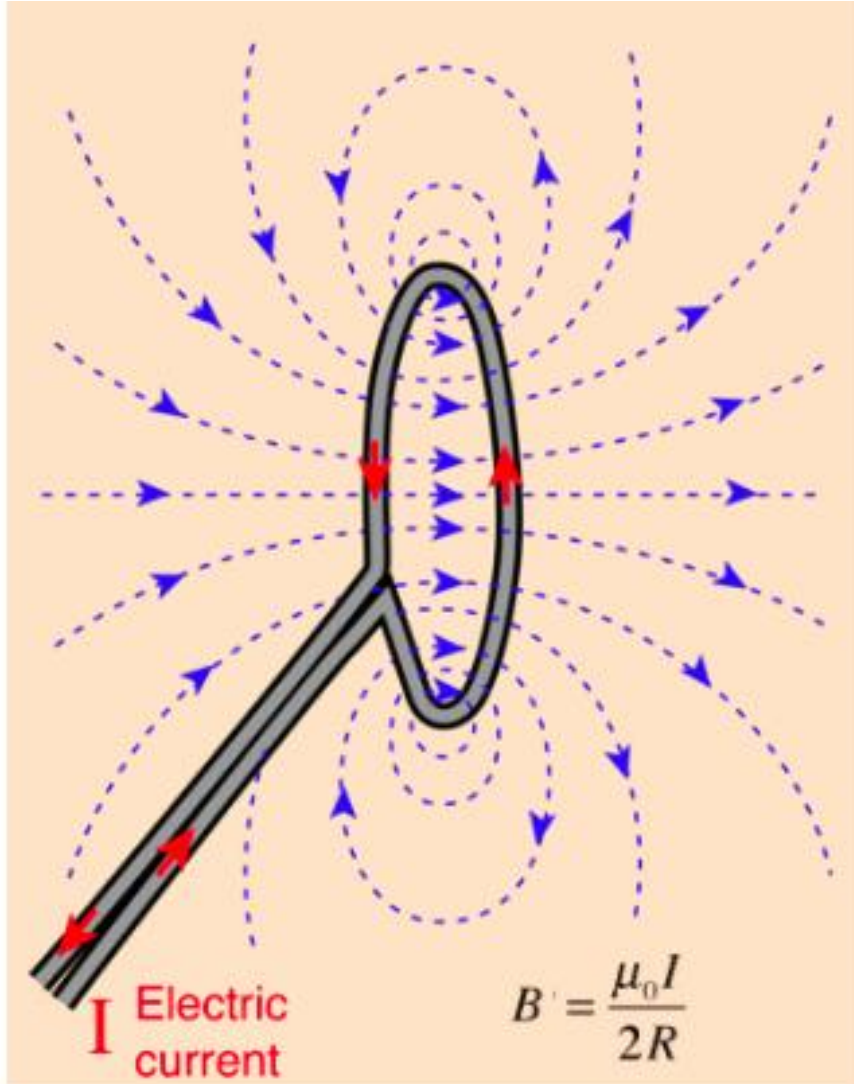


$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

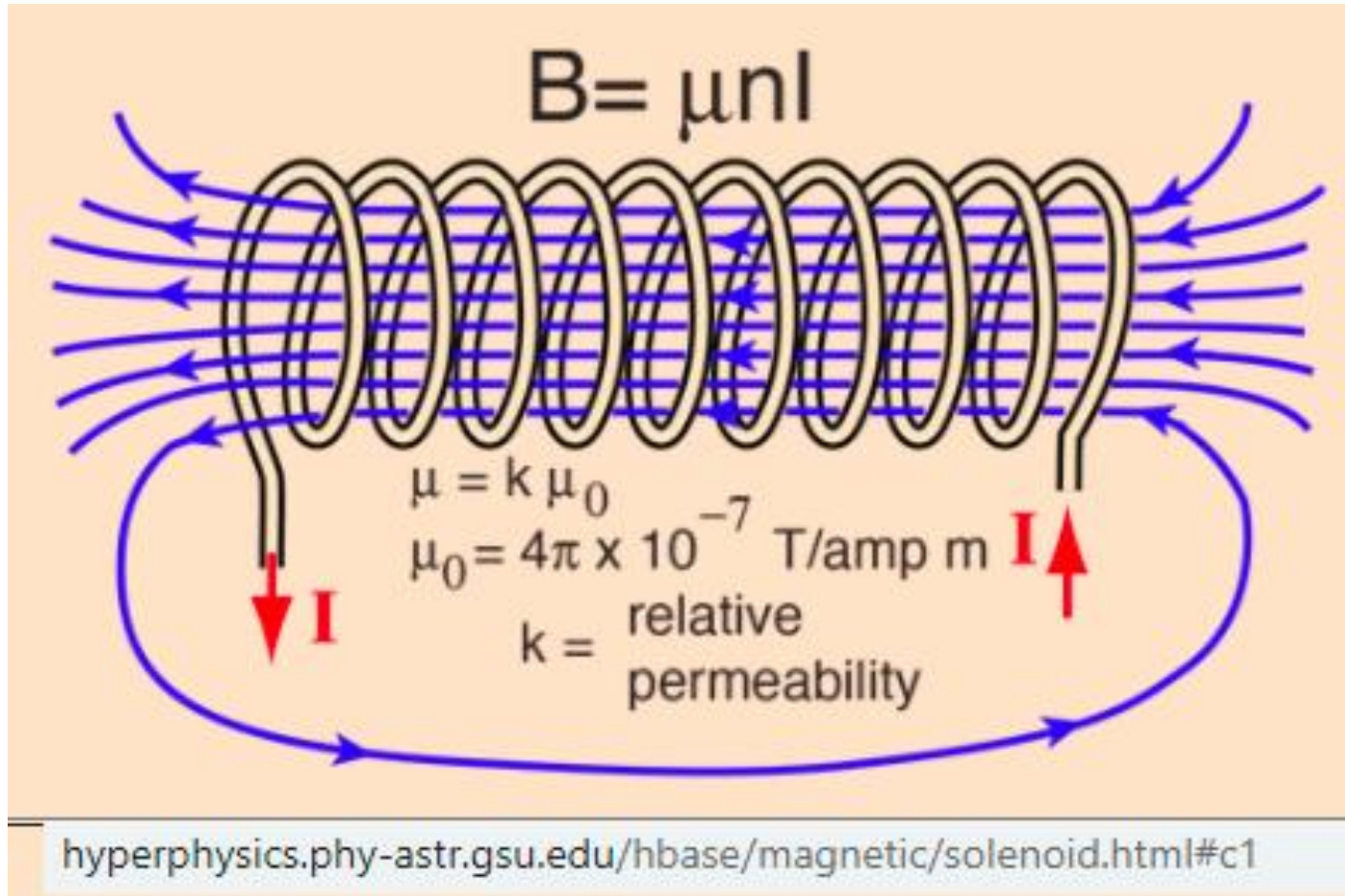
ΜΑΓΝ. ΠΕΔΙΟ μιας σπείρας

hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/magnetic/curloo.html#c1



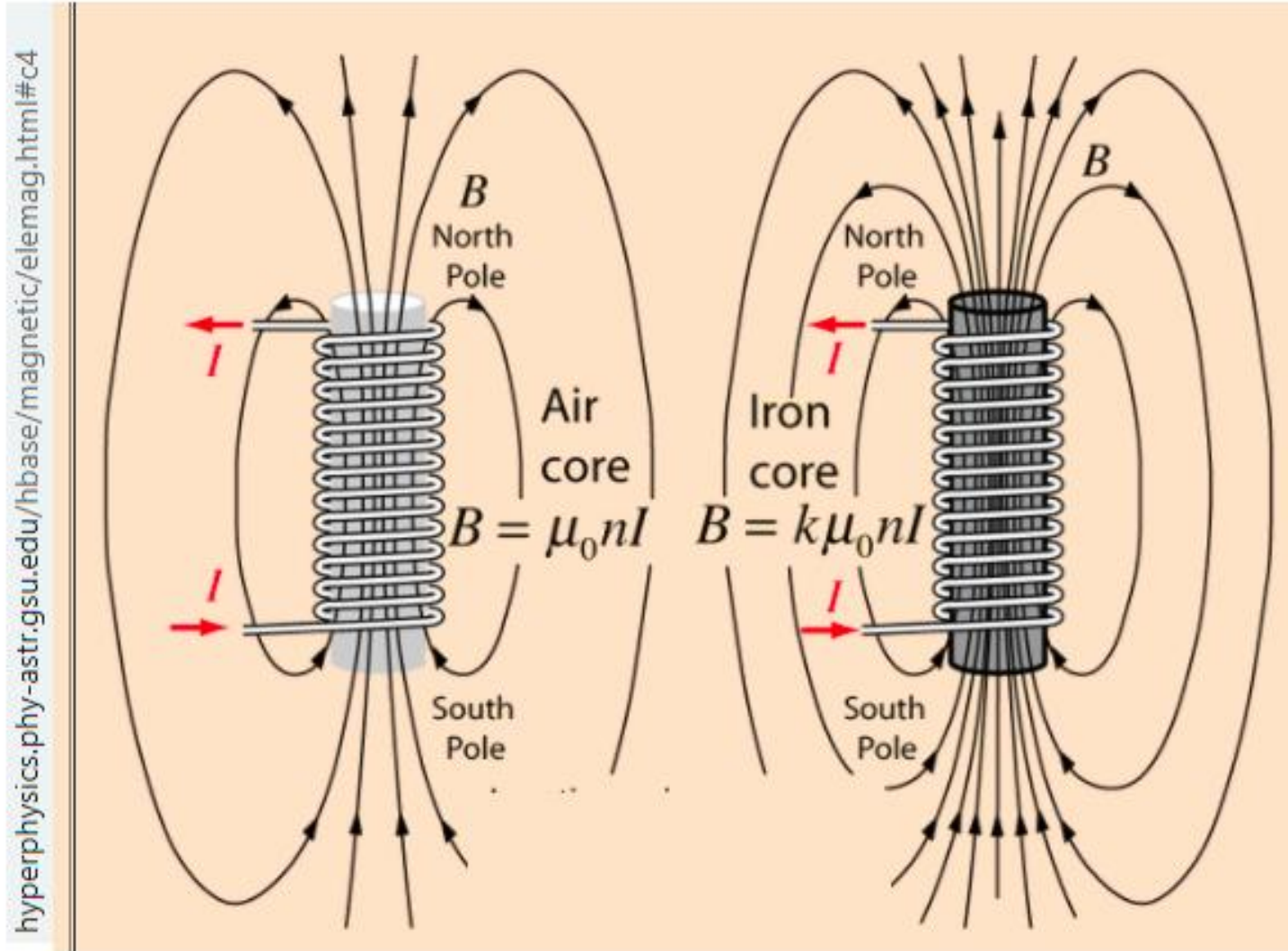
ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

ΜΑΓΝ. ΠΕΔΙΟ σωληνοειδούς

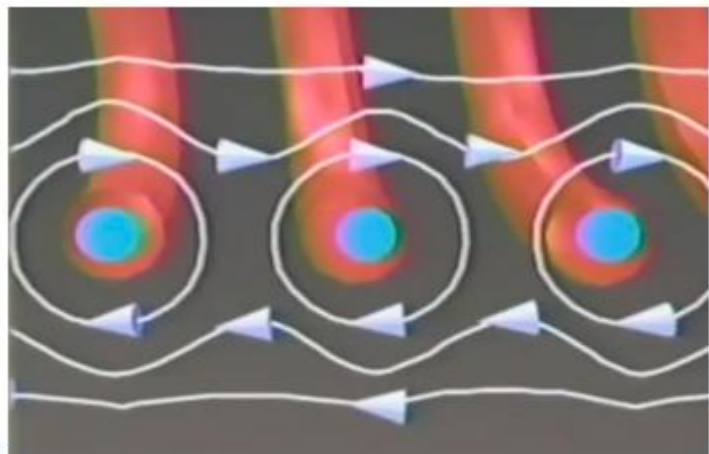


ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

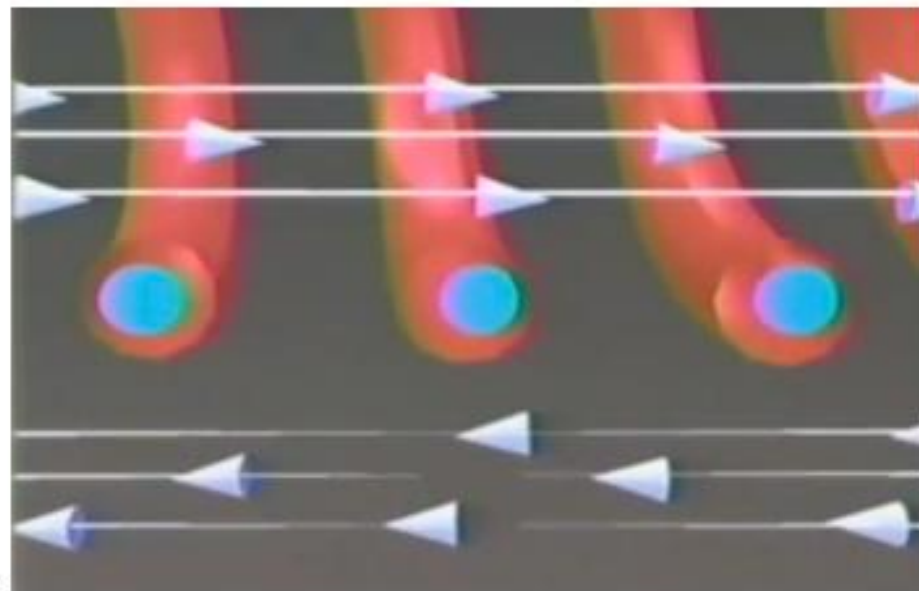
ΜΑΓΝ. ΠΕΔΙΟ σωληνοειδούς με πυρήνα σιδήρου



ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ



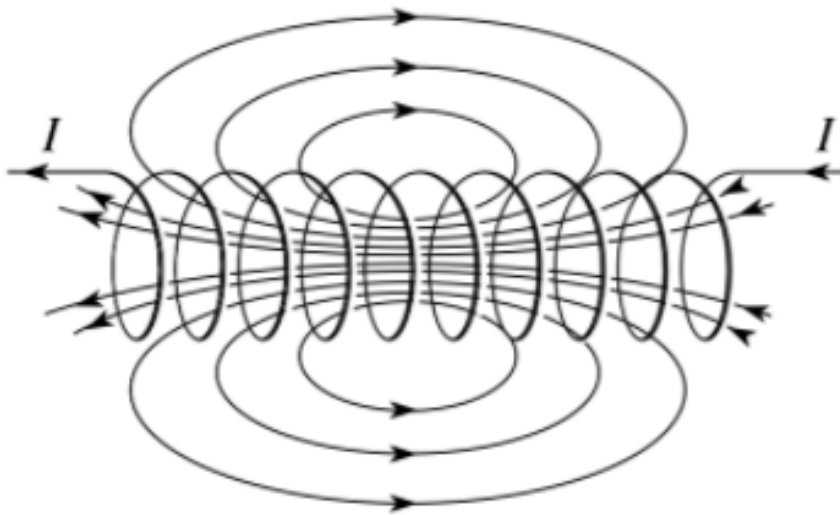
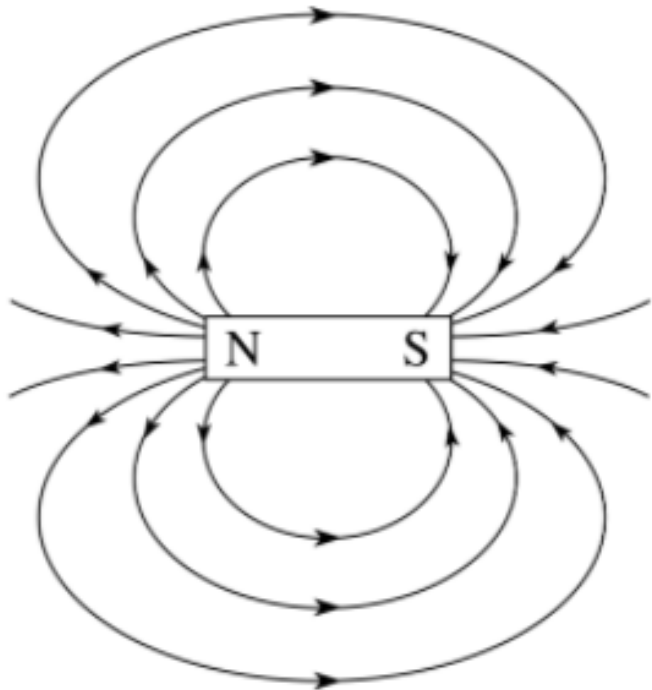
physics.stackexchange.com/questions/143119/why-in-a-solenoid-do-the-magnetic-field-lines-resemble-that-of-a-bar-magnet



..

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΑ ΠΗΝΙΟΥ - ΜΑΓΝΗΤΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΗΝΙΟΥ - ΜΑΓΝΗΤΗ



physics.stackexchange.com/questions/143119/why-in-a-solenoid-do-the-magnetic-field-lines-resemble-that-of-a-bar-magnet

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ - ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

Ευχαριστώ

για την προσέλευσή σας σε αυτό το διαδικτυακό μέρος του μαθήματος και για την υπομονή σας!

Ευχαριστίες στους γνωστούς και αγνώστους επιστήμονες που έχουν ανεβάσει υλικό στο διαδίκτυο από το οποίο έχω αντλήσει πληροφορίες και κυρίως εικόνες και σχήματα.

**Παραμένω για το υπόλοιπο μέρος του μαθήματος που θα παρουσιάσει ο συνάδελφος Κ. Ξανθόπουλος
Ε Γ Βιτωράτος**

