

ΦΥΣΙΚΗ

Γ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

calculator.gr

Περιεχόμενα

1	ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	2
2	ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ	6
3	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	10
4	ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ	13
5	ΚΥΜΑΤΑ	16
6	ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	19
7	ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ	21

1

ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Ηλεκτρική δύναμη

calculator.gr

- Το σώμα που απέκτησε την ιδιότητα να ασκεί δύναμη σε άλλα ελαφρά σώματα, όταν το τρίψουμε σε κάποιο άλλο σώμα λέγεται **ηλεκτρισμένο**.
- Η δύναμη που ασκεί (ασκείται) ένα (σε ένα) ηλεκτρισμένο σώμα λέγεται **ηλεκτρική**.
- Οι ηλεκτρικές δυνάμεις
 - ασκούνται από απόσταση (όπως οι βαρυντικές και οι μαγνητικές).
 - Είναι ελκτικές ή απωστικές (όπως οι μαγνητικές).

Ηλεκτρικό φορτίο

calculator.gr

- Το **ηλεκτρικό φορτίο** είναι Φυσικό μέγεθος που εισήχθη για την ερμηνεία της προέλευσης και των ιδιοτήτων του στατικού ηλεκτρισμού.
- **Φορτισμένο** σώμα λέγεται αυτό που έχει ολικό φορτίο $\neq 0$.
- Υπάρχουν 2 είδη φορτίου, το **θετικό** και το **αρνητικό**.
- Τα ομώνυμα φορτία απωθούνται, τα ετερόνυμα έλκονται.
- Η ηλεκτρική δύναμη που ασκεί ή δέχεται ένα ηλεκτρισμένο σώμα είναι ανάλογη του φορτίου του
- Μονάδα μέτρησης ηλεκτρικού φορτίου 1 C (Coulomb).
- Το **ολικό φορτίο** δύο ή περισσότερων φορτισμένων σωμάτων ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των φορτίων τους. Δηλαδή $q_{ολ} = \sum q_i$
- **Ηλεκτρικά ουδέτερο** σώμα λέγεται αυτό που έχει ολικό φορτίο 0

Ηλεκτροσκόπιο

calculator.gr

- Το **ηλεκτροσκόπιο** είναι όργανο που ανιχνεύει την ύπαρξη ηλεκτρικού φορτίου και δίνει σχετική εκτίμηση της ποσότητάς του.
- Είδη Ηλεκτροσκοπίου

- Ηλεκτρικό εκκρεμές Αποτελείται από ένα σφαιρίδιο φελιζόλ που κρέμεται από λεπτή κλωστή. Αν φορτισμένο σώμα πλησιάσει το σφαιρίδιο, αυτό ηλεκτρίζεται μέσω επαγωγής και εκτρέπεται από τη θέση ισορροπίας. Μεγαλύτερη εκτροπή δηλώνει περισσότερο φορτίο.
- ηλεκτροσκόπιο με κινητά φύλλα σταθερός μεταλλικός δίσκος μέσω μεταλλικού στελέχους καταλήγει σε ελαφρύ, λεπτό, δίφυλλο μεταλλικό έλασμα. Αρχικά αφόρτιστο, τα δύο φύλλα εφάπτονται. Όταν φορτισμένο σώμα ακουμπήσει το δίσκο, το φορτίο διαχέεται και φτάνει στο δίφυλλο έλασμα όπου τα δύο φύλλα του έχοντας ομώνυμο φορτίο απωθούνται. Μεγαλύτερη απόθεση δηλώνει περισσότερο φορτίο.

Δομή του Ατόμου

calculator.gr

- Πυρήνας $\begin{cases} \text{πρωτόνια } p^+ = +1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \\ \text{νετρόνια } n^0 = 0 \text{ C} \end{cases}$
- ηλεκτρόνια $e^- = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
- $m_p \simeq m_n \gg m_e$
- p^+ , e^- είναι το **κβάντο** του ηλεκτρικού φορτίου (δηλαδή είναι το μικρότερο και κάθε άλλο είναι ακέραιο πολλαπλάσιό του)
- $N_p = N_e$
- $p^+ + e^- = 0$
- $Q_{\text{ατόμου}} = 0$
- τα πρωτόνια λόγω της μεγάλης μάζας τους και του εγκλωβισμού τους στον πυρήνα, πολύ δύσκολα κινούνται κι απλώς πάλλονται γύρω από μια θέση ισορροπίας
- **ελεύθερα ηλεκτρόνια** λέγονται αυτά που διέφυγαν της εξωτερικής στοιβάδας των ατόμων. Κινούνται εντός του σώματος, άτακτα
- αν ένα άτομο αποβάλει ή προσλάβει ηλεκτρόνια μετατρέπεται σε **ιόν**, **κατιόν(+)** ή **ανιόν(-)** αντιστοίχως
- τα πρωτόνια και ηλεκτρόνια ούτε δημιουργούνται ούτε καταστρέφονται, μόνο μεταφέρονται
- κάθε ηλεκτρικό φορτίο οφείλεται, πάντα, σε πλεόνασμα ή έλλειμμα ηλεκτρονίων

Νόμοι ηλεκτρικού φορτίου

calculator.gr

- Ένα σύστημα σωμάτων λέγεται **ηλεκτρικά μονωμένο** όταν δεν εισέρχεται ούτε εξέρχεται φορτισμένο σωματίδιο.
- Νόμοι
 - **Αρχή Κβάντωσης του ηλεκτρικού φορτίου** Το ηλεκτρικό φορτίο είναι κβαντισμένο, δηλαδή, εμφανίζεται πάντα ως ακέραιο πολλαπλάσιο του φορτίου του ηλεκτρονίου ή του πρωτονίου. Δηλαδή $q = N \cdot |e^-|$, $N \in \mathbb{Z}$ όπου $|N|$ το πλήθος των ηλεκτρονίων ή πρωτονίων που συνθέτουν το φορτίο q .
 - **Αρχή Διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου.** Το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο ενός ηλεκτρικά μονωμένου συστήματος σωμάτων διατηρείται σταθερό

Τρόποι Ηλέκτρισης και Φόρτισης

calculator.gr

- Διαφορά ηλεκτρισμένου από φορτισμένο σώμα
 - λέγεται ηλεκτρισμένο όταν ασκεί και του ασκούνται ηλεκτρικές δυνάμεις (ενδέχεται $Q_{ολικό} = 0$)
 - λέγεται φορτισμένο όταν έχει $Q_{ολικό} \neq 0$
 - κάθε φορτισμένο είναι ηλεκτρισμένο, το αντίστροφο δεν ισχύει πάντα
- Τρόποι ηλέκτρισης
 - **Τριβή** δύο σωμάτων. Προσφέρεται στα ηλεκτρόνια ενέργεια, υπερνικούν την έλξη του πυρήνα και διαφεύγουν από το άτομο και το σώμα με κατεύθυνση προς αυτό με τους ισχυρότερους δεσμούς πυρήνα-ηλεκτρονίων, προσδίδοντας στα δύο σώματα αντίθετα φορτία
 - **Επαφή** με φορτισμένο σώμα. Το πλεόνασμα (έλλειμμα) ηλεκτρονίων στο φορτισμένο σώμα προκαλεί μετακίνηση ελεύθερων ηλεκτρονίων προς (από) το άλλο σώμα, λόγω των μεταξύ των ηλεκτρονίων απωστικών δυνάμεων, φορτίζοντάς το κι αυτό
 - **Επαγωγή** (ηλέκτριση από απόσταση). Όταν το φορτισμένο σώμα πλησιάσει έναν ηλεκτρικά ουδέτερο αγωγό, έλκει ή απωθεί τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του ουδέτερου που βρίσκονται κοντά στο φορτισμένο, δημιουργώντας ένα ηλεκτρικό δίπολο στο ουδέτερο σώμα και έτσι το ηλεκτρίζει, χωρίς όμως να το φορτίζει. Αν πλησιάσει ηλεκτρικά ουδέτερο μονωτή, εδώ τα ελεύθερα ηλεκτρόνια είναι ελάχιστα, έλκει ή απωθεί τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στοιβάδας όσων ατόμων βρίσκονται κοντά στο φορτισμένο σώμα, και ταυτόχρονα απωθεί ή έλκει τους πυρήνες αντίστοιχα, οπότε αυτά εμφανίζονται πολωμένα
- Τρόποι φόρτισης
 - **Τριβή** δύο σωμάτων (ο μηχανισμός ίδιος)
 - **Επαφή** με φορτισμένο σώμα (ο μηχανισμός ίδιος)

Αγωγοί και μονωτές

calculator.gr

- **ηλεκτρικοί αγωγοί** λέγονται τα σώματα που επιτρέπουν τον διασκορπισμό του ηλεκτρικού φορτίου σε όλη τους την έκτασή τους.
- η αγωγιμότητα των μετάλλων οφείλεται σε πληθώρα ελεύθερων ηλεκτρονίων, εξαιτίας των χαλαρών δεσμών τους με τον πυρήνα
- **ηλεκτρικοί μονωτές** λέγονται τα σώματα στα οποία το φορτίο δεν διασκορπίζεται, αλλά παραμένει εντοπισμένο στην περιοχή που φορτίσαμε
- στους μονωτές τα ελεύθερα ηλεκτρόνια είναι λίγα, εξαιτίας των ισχυρών δεσμών τους με τον πυρήνα
- **ημιαγωγοί** λέγονται τα υλικά που συμπεριφέρονται άλλοτε σαν αγωγοί κι άλλοτε σαν μονωτές

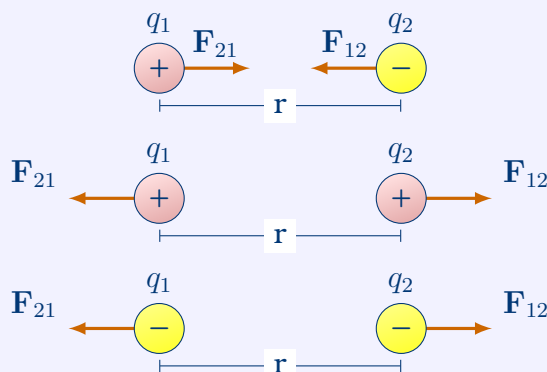
Νόμος του Coulomb

calculator.gr

- Οι ηλεκτρικές δυνάμεις με τις οποίες αλληλεπιδρούν δύο σημειακά ηλεκτρικά φορτία, έχουν διεύθυνση την ευθεία που τα ενώνει, είναι ελκτικές αν τα φορτία είναι ετερόνυμα, απωστικές αν είναι ομώνυμα το δε μέτρο τους είναι ανάλογο του γινομένου των φορτίων τους και αντιστρόφως ανάλογο του τετραγώνου της απόστασής τους. Δηλαδή

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

όπου $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$, λέγεται ηλεκτροστατική σταθερά και εξαρτάται από το μέσο και τις μονάδες.



Ηλεκτρικό Πεδίο

calculator.gr

- **Ηλεκτρικό πεδίο** λέγεται ο χώρος που έχει την ιδιότητα να ασκεί ηλεκτρική δύναμη σε κάθε φορτισμένο σωματίδιο που θα βρεθεί σε αυτόν.
- Το ηλεκτρικό Πεδίο διαδίδεται με ταχύτητα φωτός.
- Το Ηλεκτρικό Πεδίο μπορεί να περιγραφεί από το διάνυσμα της έντασής του σε κάθε σημείο ή από τις δυναμικές γραμμές
- **Ομογενές** ηλεκτρικό πεδίο λέγεται αυτό που το διάνυσμα της έντασής είναι σταθερό σε όλα τα σημεία του πεδίου.
- Χαρακτηριστικά Ηλεκτρικών Δυναμικών Γραμμών
 - Σε κάθε σημείο μιας δυναμικής γραμμής το διάνυσμα της έντασης εφάπτεται σε αυτή
 - Έχουν τη φορά της έντασης
 - Πηγάζουν από θετικά φορτία και καταλήγουν σε αρνητικά ή στο άπειρο
 - Δεν τέμνονται γιατί το διάνυσμα της έντασης σε κάθε σημείο είναι μοναδικό
 - Η πυκνότητά τους σε ένα σημείο είναι ανάλογη της έντασης στο σημείο

2

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

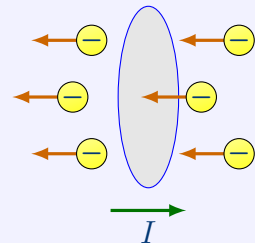
Ηλεκτρικό Ρεύμα

calculator.gr

- **Ηλεκτρικό ρεύμα** λέγεται η προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρονίων ή γενικότερα φορτισμένων σωματιδίων μέσα από έναν αγωγό.
- **Συμβατική φορά** ρεύματος λέγεται η φορά κίνησης υποτιθέμενων θετικών φορτίων (άρα αντίθετη της φοράς κίνησης των ηλεκτρονίων) και θεωρείται, για ιστορικούς λόγους, ως φορά του ρεύματος.
- αν συνδέσουμε τα άκρα ενός αγωγού στους πόλους μιας μπαταρίας, τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του αγωγού θα κινηθούν στον αγωγό από τον αρνητικό πόλο προς τον θετικό, δηλαδή αντίθετα με τη συμβατική φορά του ρεύματος.

Η **Ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος** που διαρρέει έναν αγωγό ορίζεται ως το πηλίκο της ποσότητας του φορτίου q που διέρχεται από μια διατομή

του αγωγού σε χρονικό διάστημα t προς το t . Δηλαδή $I = \frac{q}{t}$



- Μονάδα μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος είναι το 1 A (Ampere)
- Το αμπερόμετρο είναι όργανο μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει ένα στοιχείο, έχει δύο ακροδέκτες και συνδέεται σε σειρά με το στοιχείο.

Αποτελέσματα Ηλεκτρικού Ρεύματος

calculator.gr

- Θερμικά (θερμοσίφωνα, ηλεκτρική κουζίνα)
- Ηλεκτρομαγνητικά (ηλεκτροκινητήρες, αυτόματοι διακόπτες)
- Χημικά (παρασκευή στοιχείων όπως υδρογόνο)
- Φωτεινά (λαμπτήρες πυράκτωσης, φθορισμού, LED)

Ηλεκτρικό Κύκλωμα

calculator.gr

- **Ηλεκτρικό κύκλωμα** λέγεται κάθε διάταξη που αποτελείται από κλειστούς αγωγίμους «δρόμους», μέσω των οποίων μπορεί να διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα.
- Το κύκλωμα λέγεται **κλειστό** όταν τα ηλεκτρόνια ακολουθούν μια κλειστή διαδρομή (εκτός της πηγής από τον αρνητικό πόλο προς τον θετικό και εντός της πηγής από τον θετικό προς τον αρνητικό)
- Το κύκλωμα λέγεται **ανοικτό** όταν η διαδρομή διακόπτεται.
- Στο ηλεκτρικό κύκλωμα σημειώνεται η συμβατική φορά του ρεύματος.

Ηλεκτρική Πηγή

calculator.gr

- **Ηλεκτρική πηγή** λέγεται κάθε διάταξη με δύο άκρα (θετικός κι αρνητικός πόλος) ικανή να δημιουργήσει ηλεκτρικό πεδίο στο εσωτερικό ενός αγωγού, αναγκάζοντας τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του να κινηθούν προσανατολισμένα.
- η ηλεκτρική πηγή δεν παρέχει ηλεκτρικά φορτία, απλώς θέτει σε κίνηση αυτά που ήδη υπάρχουν εντός του αγωγού.
- η ηλεκτρική πηγή μετατρέπει κάποια μορφή ενέργειας (χημική, θερμική, κινητική) σε ηλεκτρική.
- **Ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος** λέγεται η κινητική ενέργεια των ελεύθερων ηλεκτρονίων, κινούμενα προσανατολισμένα εντός αγωγού εξαιτίας ηλεκτρικής πηγής στα άκρα του και εκφράζεται από το παραγόμενο έργο της δύναμης που ασκεί στα ηλεκτρόνια το πεδίο που αυτή δημιουργεί εντός του αγωγού.

Διαφορά Δυναμικού

calculator.gr

- **Ηλεκτρική τάση** ή **διαφορά δυναμικού** $V_{πηγής}$ μεταξύ των δύο πόλων μιας ηλεκτρικής πηγής ονομάζεται το πηλίκο της ενέργειας $E_{ηλεκτρική}$ που προσφέρεται από την πηγή σε ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου q όταν διέρχονται από αυτήν προς το φορτίο q . Δηλαδή
$$V_{πηγής} = \frac{E_{ηλεκτρική}}{q}$$
- **Ηλεκτρική τάση** ή **διαφορά δυναμικού** $V_{καταναλωτή}$ στα άκρα καταναλωτή ονομάζεται το πηλίκο της ενέργειας $E_{ηλεκτρική}$ που μεταφέρουν στον καταναλωτή τα ηλεκτρόνια συνολικού φορτίου q όταν διέρχονται από αυτόν προς το φορτίο q . Δηλαδή
$$V_{καταναλωτή} = \frac{E_{ηλεκτρική}}{q}$$
- Μονάδα μέτρησης της Ηλεκτρικής Τάσης (διαφοράς δυναμικού) στο SI είναι το 1 V (volt)
- Το βολτόμετρο είναι όργανο μέτρησης της διαφοράς δυναμικού στα άκρα ενός στοιχείου του κυκλώματος, έχει δύο ακροδέκτες και συνδέεται παράλληλα με το στοιχείο.

Ηλεκτρικό Δίπολο - Ηλεκτρική Αντίσταση

calculator.gr

- Τις ηλεκτρικές συσκευές που συνδέονται σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα τις λέμε **ηλεκτρικά δίπολα**.
- **Ηλεκτρική Αντίσταση** R ενός ηλεκτρικού διπόλου λέγεται το πηλίκο της διαφοράς δυναμικού V που εφαρμόζεται στα άκρα του διπόλου προς την ένταση I του ρεύματος που το διαρρέει. Δηλαδή

$$R = \frac{V}{I}$$

- Η ηλεκτρική αντίσταση ενός ηλεκτρικού διπόλου ερμηνεύεται ως το μέτρο της δυσκολίας που προβάλλει το δίπολο στην διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από αυτό.
- Μονάδα μέτρησης της Αντίστασης στο SI είναι το 1Ω (*Ohm*)
- Ωμόμετρο λέγεται το όργανο μέτρησης της αντίστασης

Νόμος του Ohm

calculator.gr

- **Νόμος του Ohm:** Η ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν ευθύγραμμο μεταλλικό αγωγό είναι ανάλογη της διαφοράς δυναμικού V που εφαρμόζεται στα άκρα του. Δηλαδή

$$\frac{V}{I} = \text{σταθερό}$$

Αντιστάτες ή Ωμικές Αντιστάσεις

calculator.gr

- Από το νόμο του Ohm προκύπτει, ότι η αντίστασή ενός ευθύγραμμου μεταλλικού αγωγού δεν εξαρτάται ούτε από τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του ούτε από την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει.
Τα στοιχεία αυτά λέγονται **Αντιστάτες** (ή **ωμικές αντιστάσεις**).
Οι αντιστάτες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια εξολοκλήρου σε θερμότητα.
- Ο νόμος του Ohm δεν ισχύει για λυχνίες, τρανζίστορ, πηνία, πυκνωτές, κινητήρες κτλ.

Σύνδεση Αντιστατών σε Σειρά

calculator.gr

- Η ισοδύναμη αντίσταση δύο ή περισσότερων αντιστατών που συνδέονται σε σειρά είναι ίση με το άθροισμα των αντιστάσεών τους. Δηλαδή

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

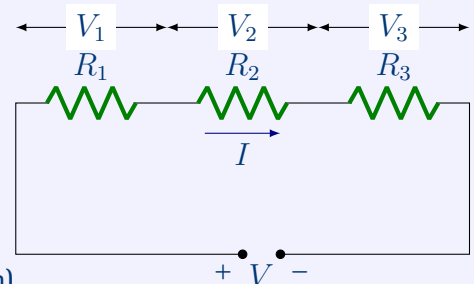
Απόδειξη:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \text{ (λόγω Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας)}$$

$$\Leftrightarrow I \cdot R = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3 \text{ (από τον ορισμό του αντιστάτη)}$$

$$\Leftrightarrow R = R_1 + R_2 + R_3$$

Παρατηρούμε, παρεμβάλλοντας περισσότερες αντιστάσεις, η ισοδύναμη αντίσταση R αυξάνεται.



Παράλληλη Σύνδεση Αντιστατών

- Η ισοδύναμη αντίσταση R δύο ή περισσότερων αντιστατών που συνδέονται παράλληλα βρίσκεται από τη σχέση:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

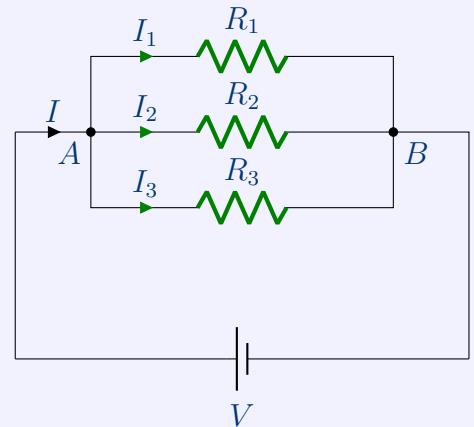
Απόδειξη:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad (\text{λόγω Αρχής Διατήρησης του Φορτίου})$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_{AB}}{R} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} \quad (\text{από τον ορισμό του αντιστάτη})$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (\text{λόγω } V_1 = V_2 = V_3 = V)$$

- Παρατηρούμε, παρεμβάλλοντας παράλληλα περισσότερες αντιστάσεις, η ισοδύναμη αντίσταση R μειώνεται.



Νόμος του Joule

calculator.gr

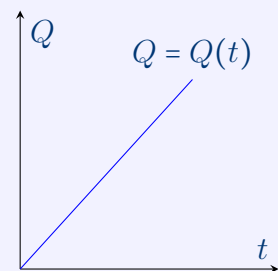
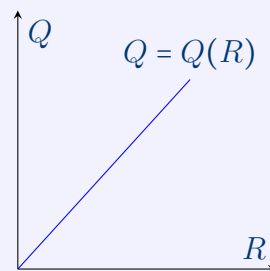
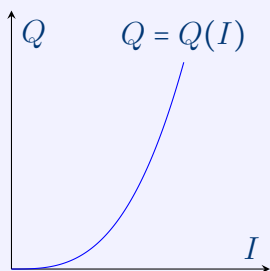
- Η Θερμική Ενέργεια Q που προσφέρεται σε έναν αντιστάτη, είναι ανάλογη του τετραγώνου της έντασης I του ρεύματος που τον διαρρέεται, της αντίστασής του R και του χρόνου t που το ρεύμα τον διαρρέει. Δηλαδή

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Απόδειξη:

Αν q το φορτίο που περνάει από τον αντιστάτη αντίστασης R σε χρόνο t , όταν διαρρέεται από ρεύμα έντασης I , εξαιτίας εφαρμογής Διαφοράς Δυναμικού V στα άκρα του, τότε η θερμική ενέργεια Q που του προσφέρεται είναι:

$$\begin{aligned} Q &= E_{\text{ηλεκτρική}} \\ &= V \cdot q \\ &= (I \cdot R) \cdot (I \cdot t) \\ &= I^2 \cdot R \cdot t \end{aligned}$$



Γραφικές παραστάσεις του Νόμου Joule

Θερμικά αποτελέσματα (εφαρμογές φαινομένου Joule)

calculator.gr

- Λαμπτήρας Πυράκτωσης: Λεπτό νήμα από δύστηκτο μέταλλο πχ βολφράμιο περιβάλλεται από αδρανές αέριο ή κενό αέρος, εντός γυάλινου περιβλήματος. Όταν εφαρμοστεί κατάλληλη ηλεκτρική τάση στα άκρα του νήματος αυτό θερμαίνεται μέχρι λευκοπύρωσης οπότε κι ακτινοβολεί.
- Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας ή ηλεκτρική κουζίνα: Όταν ο αντιστάτης διαρρέεται από ρεύμα θερμαίνεται και μεταφέρει την θερμική ενέργεια στο νερό που τον περιβάλλει ή στο μαγειρικό σκεύος που βρίσκεται πάνω στο μάτι αντιστοιχώς.
- Ασφάλεια τήξεως: Αποτελείται από λεπτό, εύτηκτο, αγωγίμο σύρμα που λιώνει και ανοίγει το κύκλω-

μα, διακόπτοντας το ηλεκτρικό ρεύμα όταν αυτό ξεπεράσει ορισμένη τιμή.

Μαγνητικό Πεδίο

calculator.gr

- **Μαγνητικό πεδίο** ονομάζεται ο χώρος μέσα στον οποίο ασκούνται μαγνητικές δυνάμεις σε κατάλληλο υπόθεμα.
- Η γη περιβάλλεται από μαγνητικό πεδίο, παρόμοιο με αυτό που θα δημιουργούσε ένας τεράστιος ευθύγραμμος μαγνήτης του οποίου ο νότιος πόλος είναι κοντά στον βόρειο γεωγραφικό πόλο της γης και ο βόρειος πόλος του μαγνήτη κοντά στο νότιο γεωγραφικό πόλο.

Πείραμα Έρνεστ

calculator.gr

- Πείραμα Έρνεστ: Όταν μαγνητική βελόνα βρεθεί κοντά σε ρευματοφόρο αγωγό αποκλίνει από τη θέση ισορροπίας της, στην οποία επανέρχεται όταν το ρεύμα διακοπεί, ένδειξη ότι το ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο.
- Τα ακίνητο ηλεκτρικό φορτίο δημιουργεί μόνο ηλεκτρικό πεδίο. Το κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο δημιουργεί ηλεκτρικό και μαγνητικό ταυτόχρονα.
- Δεν υπάρχουν μαγνητικά φορτία, οι μαγνητικές ιδιότητες πηγάζουν από κινούμενα ηλεκτρικά φορτία.

Ηλεκτρομαγνήτης

calculator.gr

- Όταν ένα πηνίο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα συμπεριφέρεται ως μαγνήτης, για το λόγο αυτό ονομάζεται ηλεκτρομαγνήτης.
- Στο εξωτερικό του πηνίου το μαγνητικό πεδίο είναι ανομοιογενές και μοιάζει με αυτό ενός ραβδόμορφου μαγνήτη.
- Στο εσωτερικό του πηνίου το μαγνητικό πεδίο είναι πολύ ισχυρότερο απ ότι στο εξωτερικό, ομογενές, με παράλληλες, πυκνές δυναμικές γραμμές και διεύθυνση κάθετη στα επίπεδα των σπειρών του.

Μαγνητική Ενέργεια Πηνίου

calculator.gr

Πηνίο και λαμπτήρας συνδέονται παράλληλα και το σύστημα αυτό συνδέεται σε σειρά με πηγή και διακόπτη.

- Όταν κλείσει ο διακόπτης, η χημική ενέργεια της πηγής μετατρέπεται σε ηλεκτρική και αυτή ακολούθως μετατρέπεται σε μαγνητική στο πηνίο και σε θερμική και φωτεινή στον λαμπτήρα.
- Όταν ανοίξει ο διακόπτης, η μπαταρία αποσυνδέεται από το κύκλωμα αλλά ο λαμπτήρας δεν σβήνει αμέσως.
Ερμηνεία: Όσο το κύκλωμα είναι κλειστό, το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα και δημιουργεί μαγνητικό πεδίο. Όταν ανοίξει το κύκλωμα, η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου στο κλειστό κύκλωμα πηνίο-λαμπτήρας, μετατρέπεται σε ηλεκτρική και αυτή με τη σειρά της σε θερμική και φωτεινή στον λαμπτήρα.

Δύναμη Laplace

calculator.gr

- Όταν ρευματοφόρος αγωγός βρεθεί κοντά σε μαγνήτη τείνει να εκτραπεί από την αρχική του θέση, στην οποία όμως επανέρχεται όταν διακοπεί το ρεύμα που τον διαρρέει.

- Δύναμη Laplace λέγεται η (μαγνητική) δύναμη που ασκείται σε ρευματοφόρο αγωγό όταν βρεθεί εντός μαγνητικού πεδίου.

Ενέργεια του ηλεκτρικού ρεύματος

calculator.gr

- Η Ηλεκτρική Ενέργεια που μία οποιαδήποτε ηλεκτρική συσκευή καταναλώνει είναι ανάλογη της Διαφοράς Δυναμικού V που εφαρμόζεται στα άκρα της, της Έντασης I του ρεύματος που τη διαρρέει και του χρόνου t λειτουργίας της. Δηλαδή

$$E_{\text{ηλεκτρική}} = V \cdot I \cdot t$$

Απόδειξη:

$$\begin{aligned} E_{\text{ηλεκτρική}} &= V \cdot q \quad (\text{από τον ορισμό της διαφοράς δυναμικού}) \\ &= V \cdot (I \cdot t) \quad (\text{από τον ορισμό της έντασης}) \\ &= V \cdot I \cdot t \end{aligned}$$

- Μονάδα μέτρησης της Ηλεκτρικής Ενέργειας (αλλά και κάθε μορφής Ενέργειας) στο SI είναι το 1 J (*Joule*)

Ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος

calculator.gr

- **Ηλεκτρική Ισχύς** P μιας ηλεκτρικής συσκευής λέγεται το πηλίκο της ποσότητας της ενέργειας $E_{\text{ηλεκτρική}}$ που παράγει, καταναλώνει ή μεταφέρει σε χρόνο t προς το χρόνο αυτό. Δηλαδή $P = \frac{E_{\text{ηλεκτρική}}}{t}$
- Η Ισχύς μιας ηλεκτρικής συσκευής ισούται με το γινόμενο της Διαφοράς Δυναμικού V που εφαρμόζεται στα άκρα της επί την Ένταση I του ρεύματος που τη διαρρέει. Δηλαδή

$$P_{\text{ηλεκτρική}} = V \cdot I$$

Απόδειξη:

$$\begin{aligned} P_{\text{ηλεκτρική}} &= \frac{E_{\text{ηλεκτρική}}}{t} \quad (\text{από τον ορισμό της ηλεκτρικής ισχύος}) \\ &= \frac{V \cdot I \cdot t}{t} \quad (\text{αποδείξαμε πιο πάνω ότι } E_{\text{ηλεκτρική}} = V \cdot I \cdot t) \\ &= V \cdot I \end{aligned}$$

- Μονάδα μέτρησης της Ηλεκτρικής Ισχύος στο SI είναι το 1 W (*Watt*)

4

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ

Ταλάντωση

calculator.gr

- **Περιοδική κίνηση** ονομάζεται η κίνηση εκείνη η οποία επαναλαμβάνεται αυτούσια ανά τακτά χρονικά διαστήματα.
- **Ταλάντωση** λέγεται κάθε περιοδική κίνηση που γίνεται ανάμεσα σε δύο ακραία σημεία της τροχιάς που διαγράφει το σώμα.

Προϋποθέσεις εκτέλεσης Ταλάντωσης

calculator.gr

- Η ταλάντωση προϋποθέτει
 - Την ύπαρξη θέσης ισορροπίας ($\Sigma \vec{F} = 0$).
 - Η συνισταμένη δύναμη $\Sigma \vec{F}$ να μεταβάλλεται συνεχώς, με τέτοιο τρόπο ώστε να δείχνει πάντα προς τη θέση ισορροπίας (λέγεται δύναμη επαναφοράς).

Περίοδος - Συχνότητα - Πλάτος

calculator.gr

- **Περίοδος** (T) μιας ταλάντωσης λέγεται ο χρόνος μιας πλήρους ταλάντωσης.
- **Συχνότητα** (f) μιας ταλάντωσης, λέγεται το πηλίκο του πλήθους N των πλήρων ταλαντώσεων που εκτελεί το σώμα, σε χρονικό διάστημα Δt , προς το Δt . Δηλαδή $f = \frac{N}{\Delta t}$
- **Πλάτος** (A) μιας ταλάντωσης λέγεται η μέγιστη απομάκρυνση του σώματος από τη θέση ισορροπίας.

- **Ισχύει** $f = \frac{1}{T}$

Απόδειξη: Αν στον τύπο $f = \frac{N}{\Delta t}$ θέσουμε $\Delta t = T$ τότε, από τον ορισμό της T , προκύπτει $N = 1$. Άρα $f = \frac{1}{T}$

- Μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι το 1 Hz (Hertz)

Απλό Εκκρεμές

calculator.gr

- Το **απλό εκκρεμές** αποτελείται από ένα μικρό σώμα κρεμασμένο από νήμα που το άλλο του άκρο είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο.
- Οι δυνάμεις που δρουν πάνω του είναι το βάρος του και η τάση του νήματος.
- Στη θέση ισορροπίας, το νήμα είναι κατακόρυφο.
- Έχει περίοδο $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ όπου l το μήκος του νήματος και g η επιτάχυνση της βαρύτητας.
- Η περίοδος T
 - αυξάνεται όταν το l αυξάνεται ή το g μειώνεται.
 - μειώνεται όταν το l μειώνεται ή το g αυξάνεται.
 - στους πόλους της γης είναι μικρότερη απ' ό τι στον ισημερινό και στη σελήνη είναι μεγαλύτερη απ' ό τι στη γη.
 - δεν εξαρτάται από τη μάζα m .

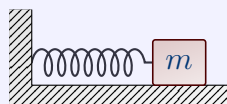
Η Ενέργεια στην Ταλάντωση

calculator.gr

- Αρχή διατήρησης της ενέργειας: Το αλγεβρικό άθροισμα όλων των μορφών ενέργειας, που εμφανίζονται σε ένα μονωμένο σύστημα, διατηρείται σταθερό.
- Όταν ένα σώμα εκτελεί (μηχανική) ταλάντωση εμφανίζονται τρεις μορφές ενέργειας
 - Δυναμική U λόγω κατάστασης ή θέσης
 - Κινητική K (λόγω ταχύτητας)
 - Θερμική Q (λόγω τριβών)
- Μηχανική Ενέργεια $E_{\text{ΜΗΧ}} \stackrel{\text{op}}{=} U + K$
- $Q = 0 \Rightarrow E_{\text{ΜΗΧ}} = \text{σταθερή}$

Μελέτη Ταλάντωσης

calculator.gr



- Αρχικά το ελατήριο βρίσκεται στη φυσική του θέση που είναι και θέση ισορροπίας.
- Εξωτερική δύναμη F δρα έως ότου το επιμηκύνει ή το συμπιέζει κατά x_0 .
Στη θέση αυτή το ελατήριο αποκτά δυναμική ενέργεια $U_0 = \frac{1}{2}kx_0^2$ λόγω της κατάστασής του.
- Δεχόμαστε ότι δεν υπάρχουν τριβές, άρα $Q = 0$, άρα $E_{\text{ΜΗΧ}} = \text{σταθερή}$, δηλαδή $U + K = U_0$.
- Όταν περνάει από τη θέση ισορροπίας, δεν υπάρχει παραμόρφωση ελατηρίου, άρα $U = 0$, άρα $K_{\text{max}} = U_0$.
- Όταν φθάνει στη θέση μέγιστης απομάκρυνσης x_0 (πλάτος ταλάντωσης) δεν έχει ταχύτητα, άρα $K = 0$ και $U_{\text{max}} = U_0$.

- Η δύναμη επαναφοράς του ελατηρίου αναγκάζει το σώμα να εκτελέσει ταλάντωση. Κάθε χρονική στιγμή, που η επιμήκυνση ή συμπίεση του ελατηρίου είναι x και η ταχύτητα της μάζας m είναι v , θα ισχύει $\frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx_0^2$.

5

ΚΥΜΑΤΑ

Κύμα - Μηχανικό Κύμα

calculator.gr

- **Κύμα** ονομάζεται η διάδοση μιας διαταραχής στο χώρο, με την οποία μεταφέρεται ενέργεια και ορμή αλλά όχι μάζα.
- **Μηχανικό κύμα** λέγεται αυτό που μεταφέρει μηχανική ενέργεια (δυναμική και κινητική).
- Τα μηχανικά κύματα δεν διαδίδονται στο κενό αλλά προϋποθέτουν ένα ελαστικό μέσο διάδοσης.
- Ιδιότητες Μηχανικού Κύματος: Μεταφέρει Μηχανική Ενέργεια και διαδίδεται μέσα στα υλικά μέσα.

Είδη Μηχανικών Κυμάτων

calculator.gr

Τα Μηχανικά Κύματα διακρίνονται σε

- **Εγκάρσια** λέγονται τα κύματα που τα σωματίδια του μέσου ταλαντώνονται κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος. Δημιουργούνται όρη (κορυφές) και κοιλάδες (κοιλίες) και διαδίδονται μόνο στα στερεά.
- **Διαμήκη** λέγονται τα κύματα που τα σωματίδια του μέσου ταλαντώνονται παράλληλα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος, πχ. ηχητικά κύματα. Δημιουργούνται με πυκνώματα και αραιώματα και διαδίδονται σε στερεά, υγρά και αέρια.
- **Επιφανειακά** λέγονται τα κύματα που τα σωματίδια του μέσου ταλαντώνονται, ταυτόχρονα, τόσο κάθετα όσο και παράλληλα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος διαγράφοντας κυκλικές τροχιές. Δηλαδή είναι μίγμα εγκάρσιων και διαμηκών κυμάτων. πχ. ένα βότσαλο στη λίμνη.
- Σχηματικά, υποθέτοντας ότι το κύμα διαδίδεται κατά τη διεύθυνση του άξονα x , τα σωματίδια του μέσου ταλαντώνονται στα μεν εγκάρσια κατά τη διεύθυνση του άξονα y , τα δε διαμήκη κατά τον άξονα x .

Μηχανισμός Διάδοσης Κύματος

calculator.gr

- Θα περιγράψουμε τη διάδοση ενός κύματος μέσω ενός ελαστικού μέσου. Όταν μια πηγή ταλαντώνεται μετατοπίζει υλικά σημεία του μέσου από τη θέση ισορροπίας τους. Οι δυνάμεις μεταξύ γειτονικών μορίων του ελαστικού μέσου είναι ελαστικές και τείνουν να τα επαναφέρουν στις θέσεις ισορροπίας τους. Το παραγόμενο έργο αυτών των δυνάμεων εκφράζει την ενέργεια που μεταφέρεται από αυτά στα

γειτονικά τους μόρια και με τον τρόπο αυτό η διαταραχή (παλμός) που προκάλεσε η πηγή ταξιδεύει, μεταφέροντας την ενέργειά της σε κάθε μόριο του ελαστικού μέσου, χωρίς να μεταφέρει ύλη.

Χαρακτηριστικά Μεγέθη Κύματος

[calculator.gr](https://www.calculator.gr)

- Συχνότητα f
- Περίοδος T
- Πλάτος A
- Μήκος κύματος λ
- Ταχύτητα διάδοσης κύματος v

Συχνότητα Κύματος

[calculator.gr](https://www.calculator.gr)

- **Συχνότητα** f ενός κύματος ονομάζουμε τη συχνότητα της πηγής του.

Περίοδος Κύματος

[calculator.gr](https://www.calculator.gr)

- **Περίοδος** T ενός κύματος ονομάζεται η περίοδος της πηγής του.

Πλάτος Κύματος

[calculator.gr](https://www.calculator.gr)

- **Πλάτος** A ενός κύματος ονομάζουμε το πλάτος της ταλάντωσης ενός σωματιδίου του ελαστικού μέσου.
- Όσο μεγαλύτερο το πλάτος A ενός κύματος τόσο μεγαλύτερη και η ενέργεια που μεταφέρει το κύμα.

Μήκος Κύματος

[calculator.gr](https://www.calculator.gr)

- **Μήκος κύματος** λ ενός κύματος ονομάζουμε την απόσταση που διανύει το κύμα, κατά τη διεύθυνση διάδοσής του, σε χρόνο μιας περιόδου T .
- Το μήκος κύματος στα μεν εγκάρσια ισούται με την απόσταση δύο διαδοχικών κορυφών ή κοιλάδων, στα δε διαμήκη με την απόσταση δύο διαδοχικών πυκνωμάτων ή αραιωμάτων.

Ταχύτητα Κύματος

[calculator.gr](https://www.calculator.gr)

- **Ταχύτητα διάδοσης** v ενός κύματος ονομάζουμε το ηπλίκο του μήκους του κύματος προς την περίοδό του. Δηλαδή $v = \frac{\lambda}{T}$.
- Η ταχύτητα του κύματος
 - δεν εξαρτάται από το πλάτος του.
 - εξαρτάται από τις ιδιότητες του μέσου διάδοσης.
 - στο ίδιο μέσο, τα εγκάρσια διαδίδονται πιο αργά απ ότι τα διαμήκη.

Θεμελιώδης Νόμος της Κυματικής

calculator.gr

- **Θεμελιώδης Νόμος της Κυματικής:** Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος σε ένα μέσο ισούται με το γινόμενο της συχνότητάς του επί το μήκος κύματος. Δηλαδή

$$v = \lambda \cdot f$$

Απόδειξη

$$v \stackrel{\text{op}}{=} \frac{\lambda}{T} \quad (\text{από τον ορισμό της ταχύτητας κύματος})$$

$$= \lambda \cdot f \quad (\text{λόγω } f = \frac{1}{T})$$

6

ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Διεθνές Σύστημα Μονάδων Μέτρησης (SI)

calculator.gr

Θεμελιώδεις Μονάδες στο SI

Θεμελιώδες Μέγεθος	Σύμβολο	Name	Όνομα
Μήκος	m	meter	μέτρο
Μάζα	kg	kilogram	χιλιόγραμμα
Χρόνος	s	second	δευτερόλεπτο
Θερμοκρασία	K	Kelvin	Κέλβιν
Ηλεκτρικό Ρεύμα	A	Ampere	Αμπέρ
Ένταση Ακτινοβολίας	cd	candela	καντέλα
Ποσότητα Ύλης	mol	mol	γραμμομόριο

Παράγωγες Μονάδες στο SI

Παράγωγο Μέγεθος	Σύμβολο	Όνομα	Ισοδύναμα
Έργο-Ενέργεια-Θερμότητα	J	Joule	N m
Ισχύς	W	Watt	J s ⁻¹
Δύναμη	N	Newton	kg m s ⁻²
Ηλεκτρικό Φορτίο	C	Coulomb	A s
Ηλεκτρική Διαφορά Δυναμικού	V	volt	J C ⁻¹
Ηλεκτρική Αντίσταση	Ω	Ohm	V A ⁻¹
Συχνότητα	Hz	Hertz	s ⁻¹

Προθέματα Μονάδων SI

Πρόθεμα	Σύμβολο	Πολλαπλ/σιής
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
-	-	1
milli	m	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}

Τυπολόγιο

calculator.gr

Στατικός ηλεκτρισμός

Κβάντο ηλεκτρικού φορτίου

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

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

Το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο

$$\left. \begin{array}{l} p^+ + e^- = 0 \\ N_p = N_e \\ n^0 = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow q_{\text{ατόμου}} = 0$$

Νόμος του Coulomb

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

Ολικό φορτίο

$$q_{\text{ολ}} = \sum q_i \quad \text{τα πρόσημα των φορτίων συμμετέχουν στο άθροισμα}$$

Αρχή διατήρησης ηλεκτρικού φορτίου

$$q_{\text{ολικό, αρχικά}} = q_{\text{ολικό, τελικά}} \quad \text{Ισχύει μόνο για ηλεκτρικά μονωμένα συστήματα}$$

Αρχή κβάντωσης ηλεκτρικού φορτίου

$$q = N \cdot |e^-|, \quad N \in \mathbb{Z} \quad \text{όπου } |N| \text{ το πλήθος των κβάντα που συνθέτουν το φορτίο } q$$

Ηλεκτρικό Ρεύμα

Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος

$$I \stackrel{\text{ορ}}{=} \frac{q}{t} \quad \text{όπου } q \text{ το φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού, σε χρόνο } t$$

Ηλεκτρική τάση ή Διαφορά δυναμικού

$$V_{\text{πηγής}} = \frac{E_{\text{ηλεκ},q}}{q} \quad \text{όπου } E_{\text{ηλεκ},q} \text{ η ενέργεια που προσφέρει η πηγή στα ηλεκτρόνια, συνολικού φορτίου } q, \text{ όταν περνούν μέσα από αυτή}$$

$$V_{\text{καταν}} = \frac{E_{\text{ηλεκ},q}}{q} \quad \text{όπου } E_{\text{ηλεκ},q} \text{ η ενέργεια που προσφέρουν τα ηλεκτρόνια, συνολικού φορτίου } q, \text{ όταν περνούν μέσα από τον καταναλωτή}$$

Ηλεκτρική αντίσταση

$$R \stackrel{\text{ορ}}{=} \frac{V}{I} \stackrel{\text{ορ}}{=} \overbrace{\frac{V}{I}}^{\text{σταθερό}}$$

αντιστάτη, **Νόμος του Ohm**

Σύνδεση αντιστατών σε σειρά

$$R_{\text{ολική}} = R_1 + R_2 + \dots \quad \begin{array}{l} I_1 = I_2 = \dots = I \\ V_1 + V_2 + \dots = V \end{array}$$

Σύνδεση αντιστατών παράλληλα

$$\frac{1}{R_{\text{ολική}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \quad \begin{array}{l} I_1 + I_2 + \dots = I \\ V_1 = V_2 = \dots = V \end{array}$$

Ηλεκτρική ενέργεια

Ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται $Q \stackrel{\text{ορ}}{=} \overbrace{E_{\text{ηλεκ},q} = V \cdot q_t = V \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{V^2}{R} \cdot t}$
σε ηλεκτρική συσκευή
σε αντιστάτη

Ισχύς που καταναλώνει $P \stackrel{\text{ορ}}{=} \overbrace{\frac{E_{\text{ηλεκ},t}}{t} = V \cdot I = I^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}}$
ηλεκτρική συσκευή
αντιστάτης

Ταλαντώσεις

Συχνότητα ταλάντωσης	$f = \frac{N}{\Delta t}$ όπου N το πλήθος των πλήρων ταλαντώσεων σε χρόνο Δt
Περίοδος ταλάντωσης	T ο χρόνος εκτέλεσης μιας πλήρους ταλάντωσης
Σχέση συχνότητας και περιόδου ταλάντωσης Δt	$f = \frac{1}{T}$

Κύματα

Συχνότητα κύματος	f η συχνότητα της πηγής του
Περίοδος κύματος	T η περίοδος της πηγής του
Πλάτος κύματος	A το πλάτος της ταλάντωσης ενός σωματιδίου του ελαστικού μέσου
Μήκος κύματος	λ η απόσταση που διανύει το κύμα, κατά τη διεύθυνση διάδοσής του, σε χρόνο μιας περιόδου T
Ταχύτητα κύματος	$v = \frac{\lambda}{T}$
Θεμελιώδης Νόμος της Κυματικής	$v = \lambda \cdot f$