

3.6 Ενέργεια και ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος

ΟΡΙΣΜΟΙ

Η μονάδα 1 Joule ως ηλεκτρική ενέργεια.

1 J είναι η ενέργεια που μεταφέρεται σε μια ηλεκτρική συσκευή από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης 1 A, όταν τη διαρρέει επί 1 s και η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα της είναι 1 V, δηλαδή: $1 J = 1 V \cdot 1 A \cdot 1 s$.

Ισχύς P είναι το φυσικό μέγεθος που ισούται με το πηλίκο της ενέργειας E που μετατρέπεται («παράγει», «καταναλώνει») ή μεταφέρει μια μηχανή ή συσκευή προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα t, δηλαδή:

$$P = \frac{E}{t}$$

Είναι μονόμετρο μέγεθος και έχει μονάδα μέτρησης στο Διεθνές Σύστημα μονάδων (S.I.) το $1 \frac{J}{s} = 1 W$ (Watt).

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό, η ηλεκτρική ισχύς που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα σε μια ηλεκτρική συσκευή είναι $P_{\eta\lambda} = \frac{E_{\eta\lambda}}{t}$.

Η μονάδα 1 Watt ως ηλεκτρική ισχύς.

1 W είναι η ηλεκτρική ισχύς που μεταφέρεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης 1 A, όταν διαρρέει μια συσκευή, στα άκρα της οποίας εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού 1 V, δηλαδή $1 W = 1 V \cdot 1 A$.

Μια κιλοβατώρα (kWh) είναι η ενέργεια που καταναλώνεται από μια συσκευή ισχύος 1 kW (1000 W) όταν λειτουργεί για μια ώρα (1 h).

NOMOI - ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

Ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται από το ηλεκτρικό ρεύμα σε έναν ηλεκτρικό καταναλωτή:

$$E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t$$

δηλαδή η ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα σε μια συσκευή είναι ανάλογη της διαφοράς δυναμικού V που εφαρμόζεται στα άκρα (πόλους) της συσκευής, της έντασης I του ηλεκτρικού ρεύματος που τη διαρρέει και του χρόνου λειτουργίας της t.

Ηλεκτρική ισχύς που «καταναλώνει»/μετασχηματίζει μια οποιαδήποτε ηλεκτρική συσκευή:

$$P_{\eta\lambda} = V \cdot I$$

δηλαδή η ηλεκτρική ισχύς είναι ίση με το γινόμενο της διαφοράς δυναμικού V που εφαρμόζεται στους πόλους της συσκευής επί την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος I που τη διαρρέει.

ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...

1. Σκεφτείτε παραδείγματα μετατροπών ενέργειας σε ηλεκτρικές συσκευές.
2. Ποιες άλλες μορφές μπορεί να πάρει η εξίσωση της ηλεκτρικής ενέργειας $E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t$ για έναν αντιστάτη;
3. Ποιες εξισώσεις ισχύουν ειδικά για την ηλεκτρική ισχύ λόγω φαινομένου Joule (θερμική ισχύς);
4. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά στοιχεία (ονομαστικά στοιχεία) μιας συσκευής και τι μπορούμε να υπολογίσουμε από αυτά;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Να αντιστοιχίσετε τα φυσικά μεγέθη της αριστερής στήλης με τις μονάδες μέτρησης της δεξιάς στήλης:

- | | |
|-----------------------------------|------|
| A. Φορτίο q | α. W |
| B. Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος I | β. C |
| Γ. Ηλεκτρική τάση V | γ. J |
| Δ. Ηλεκτρική ενέργεια $E_{ηλ}$ | δ. A |
| E. Ισχύς P | ε. V |

2. Ένα ραδιόφωνο παρουσιάζει αντίσταση $R = 10 \Omega$ και, όταν λειτουργεί, διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = 1 \text{ A}$. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες (θεωρήστε ότι ισχύει ο νόμος του Ohm):

- α) Η τάση στα άκρα του ραδιοφώνου είναι 10 V .
 β) Η ισχύς του ραδιοφώνου είναι 10 W .
 γ) Σε χρονικό διάστημα λειτουργίας 5 s το ραδιόφωνο καταναλώνει ενέργεια 100 J .

3. Μια ηλεκτρική συσκευή έχει ισχύ 200 W και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης 4 A . Η αντίσταση της συσκευής είναι:

- α. $12,5 \Omega$ β. 50Ω γ. 200Ω δ. 800Ω .

4. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

	P (W)	P (kW)	t (h)	$E_{ηλ}$ (kWh)
Θερμοσίφωνα	3.000		0,5	
Κουζίνα	2.000		3	
Λάμπα	11		10	
Ψυγείο	100		24	

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Η τάση στα άκρα μιας ηλεκτρικής συσκευής είναι $V = 12 \text{ V}$ και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = 2 \text{ A}$ για χρόνο $t = 5 \text{ s}$. Πόση είναι η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται στη συσκευή;

2. Πόση πρέπει να είναι η τάση στα άκρα μιας ηλεκτρικής συσκευής, ώστε όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = 4 \text{ A}$, για χρόνο $t = 10 \text{ s}$, να της προσφέρεται ηλεκτρική ενέργεια 400 J ;

3. Μια ραδιοφωνική συσκευή έχει αντιστάτη αντίστασης $R = 40 \Omega$ και όταν λειτουργεί διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = 1 \text{ A}$. Να υπολογίσετε την ισχύ και την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει το ραδιόφωνο, όταν λειτουργεί επί μισή ώρα (θεωρήστε ότι ισχύει ο νόμος του Ohm).

4. Ηλεκτρικός λαμπτήρας συνδέεται με τάση $V = 220 \text{ V}$. Αν η ισχύς του λαμπτήρα είναι $P = 110 \text{ W}$, να βρείτε: α) Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον λαμπτήρα και την αντίστασή του. β) Την ενέργεια που καταναλώνεται στον λαμπτήρα σε χρόνο 1 min . γ) Πόσο κοστίζει η λειτουργία του λαμπτήρα για $t = 10 \text{ h}$, αν το κόστος μιας κιλοβατώρας είναι $0,07 \text{ €}$.

5. Σε μια ηλεκτρική οικιακή εγκατάσταση λειτουργούν ταυτόχρονα: Α. Ηλεκτρική κουζίνα με ισχύ $1,5 \text{ kW}$. Β. Θερμοσίφωνα 2 kW . Γ. 4 λάμπες ισχύος 25 W η καθεμιά. Δ. Ηλεκτρικό ψυγείο 900 W . Ε. 250 χριστουγεννιάτικα λαμπάκια με ισχύ 2 W το καθένα. α) Πόσο θα κοστίσει η λειτουργία όλων για 2 ώρες, αν το κόστος μιας κιλοβατώρας είναι $0,1 \text{ €}$; β) Αν η ασφάλεια του σπιτιού είναι 20 A και η τάση στο δίκτυο του σπιτιού μας είναι 220 V , να εξετάσετε αν θα πέσει η ασφάλεια.

6. Δυο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = 20 \Omega$ και $R_2 = 30 \Omega$ συνδέονται με μπαταρία. Οι αντιστάτες διαρρέονται από το ίδιο ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = 2 \text{ A}$. α) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα και να βρείτε την τάση της μπαταρίας. β) Να βρείτε την ενέργεια που καταναλώνεται από το σύστημα των αντιστατών σε χρόνο $t = 10 \text{ min}$.

7. Δυο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = 10 \Omega$ και $R_2 = 15 \Omega$ συνδέονται παράλληλα και τα άκρα του συστήματός τους συνδέονται με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής τάσης $V = 30 \text{ V}$. α) Να σχεδιάσετε το κύκλωμα. β) Να βρείτε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα. γ) Να βρείτε την ηλεκτρική ισχύ του κυκλώματος. δ) Να βρείτε την ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται από την πηγή στους αντιστάτες, αν το κύκλωμα λειτουργεί για χρόνο 100 s .

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ «ΑΣ ΣΚΕΦΤΟΥΜΕ ...»

1. Παραδείγματα μετατροπών ενέργειας σε ηλεκτρικές συσκευές είναι:

- α) Σε αντιστάτη η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική.
- β) Σε ηλεκτρικό κινητήρα η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική, αλλά ένα μέρος της σε θερμική.
- γ) Σε επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, κατά τη φόρτισή τους, η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε χημική, αλλά ένα μέρος της σε θερμική.
- δ) Σε ηλεκτρικό λαμπτήρα πυρακτώσεως η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική και φωτεινή.

2. Εφαρμόζοντας την εξίσωση $E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t$ για έναν αντιστάτη, μπορούμε να αντικαταστήσουμε την τάση V από τον νόμο του Ohm (ο οποίος ισχύει για αντιστάτη) $I = \frac{V}{R}$ ή $V = I \cdot R$, οπότε έχουμε με την πρώτη μορφή $E_{\eta\lambda} = V \frac{V}{R} t \Rightarrow E_{\eta\lambda} = \frac{V^2}{R} t$ και με τη δεύτερη μορφή $E_{\eta\lambda} = I \cdot R \cdot I \cdot t \Rightarrow E_{\eta\lambda} = I^2 R t$. Η ηλεκτρική ενέργεια σε έναν αντιστάτη, όμως, μετατρέπεται εξολοκλήρου σε θερμική που αποδίδεται στο περιβάλλον μέσω θερμότητας Q , δηλαδή $Q = E_{\eta\lambda}$, οπότε μπορούμε να γράψουμε $Q = \frac{V^2}{R} t$ και $Q = I^2 R t$.

3. Ειδικά για την ηλεκτρική ισχύ λόγω φαινομένου Joule (θερμική ισχύς) από τις $P_{\eta\lambda} = V \cdot I$ και από τον νόμο του Ohm $I = \frac{V}{R}$ ή $V = I \cdot R$, αντικαθιστώντας την πρώτη βρίσκουμε $P_{\theta} = V \frac{V}{R} \Rightarrow P_{\theta} = \frac{V^2}{R}$ και αντικαθιστώντας τη δεύτερη βρίσκουμε $P_{\theta} = I \cdot R \cdot I \Rightarrow P_{\theta} = I^2 R$.

4. Σε κάθε συσκευή αναγράφονται δυο ενδείξεις, που είναι τα χαρακτηριστικά στοιχεία της. Αυτά είναι η τάση κανονικής λειτουργίας της V_k και η ισχύς P_k που καταναλώνει όταν λειτουργεί με την κανονική τάση. Π.χ. ένας ηλεκτρικός λαμπτήρας πυρακτώσεως, όπου σημειώνονται οι ενδείξεις 220 V, 100 W έχει ισχύ 100 W, όταν είναι συνδεδεμένος με ηλεκτρική πηγή τάσης 220 V (δίκτυο ΔΕΗ).

Αν στα άκρα της συσκευής εφαρμοστεί τάση μικρότερη από την V_k , τότε η συσκευή υπολειτουργεί χωρίς να κινδυνεύει να καταστραφεί, αλλά αποδίδοντας ισχύ μικρότερη από την P_k , πράγμα ασύμφορο, ενώ αν εφαρμοστεί τάση μεγαλύτερη από τη V_k , τότε η συσκευή υπερλειτουργεί, αποδίδοντας ισχύ μεγαλύτερη από την P_k , αλλά μειώνεται σημαντικά η διάρκεια της ζωής της και υπάρχει κίνδυνος καταστροφής της.

Από τις παραπάνω ενδείξεις μπορούμε να βρούμε: α) την ένταση του ρεύματος I_k που διαρρέει τη συσκευή όταν λειτουργεί κανονικά: $P_k = V_k \cdot I_k \Rightarrow I_k = \frac{P_k}{V_k}$, β) την

αντίσταση της συσκευής: $P_k = \frac{V_k^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V_k^2}{P_k}$.