

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

3. Συμπλήρωσε τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που προκύπτουν να είναι επιστημονικά ορθές: Το ηλεκτρικό ρεύμα όταν διαρρέει οποιαδήποτε συσκευή ή μηχανή μεταφέρει σ' αυτή ..... η οποία είναι ανάλογη της ..... (V) που εφαρμόζεται στα άκρα (πόλους) της συσκευής, της ..... (I) του ..... που τη διαρρέει και του ..... (t). Η ενέργεια αυτή ..... σε ενέργεια άλλης μορφής.

*Υπόδειξη :* ενέργεια, διαφοράς δυναμικού, έντασης, ηλεκτρικού ρεύματος, χρονικού διαστήματος, 'μετατρέπεται'

5. Ηλεκτρικό ρεύμα ορισμένης έντασης διαρρέει αντιστάτη για χρονικό διάστημα δύο λεπτών. Το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που ο αντιστάτης μετατρέπει σε θερμική είναι 30 J. Αν διπλασιαστεί η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, ποια είναι η αντίστοιχη ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται σε θερμική σε ένα λεπτό.

*Υπόδειξη :*  $E_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau} = V \cdot i \cdot \Delta t \rightarrow$  Για αντιστάτη  $V = i \cdot R \rightarrow E_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau} = i^2 \cdot R \cdot \Delta t$  (1)

Η σχέση (1) λέει ότι αν διπλασιάσεις την ένταση του ρεύματος  $I$  και κρατήσεις σταθερά τα  $R$  και  $\Delta t$  ( $\Delta t=1$  minute !), τότε η ηλεκτρική ενέργεια τετραπλασιάζεται !

7. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις των οποίων το περιεχόμενο είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές που το περιεχόμενό τους είναι επιστημονικά λανθασμένο. Στους πόλους ενός ηλεκτρικού κινητήρα εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού 5 V, οπότε από αυτόν διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα έντασης 0,1 A. Ο κινητήρας περιστρέφεται και κινεί ένα αυτοκινητάκι:
- α. Η μηχανική ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας είναι 0,5 W.
  - β. Στον κινητήρα μεταφέρεται ηλεκτρική ισχύς 0,5 W.
  - γ. Ένα μέρος της ηλεκτρικής ισχύος που μεταφέρεται στον κινητήρα μετατρέπεται σε θερμικές απώλειες λόγω του φαινομένου Τζάουλ.
  - δ. Κάθε δευτερόλεπτο 0,5 J ηλεκτρικής ενέργειας που μεταφέρονται από το ηλεκτρικό ρεύμα στον κινητήρα μετατρέπονται σε θερμική ενέργεια.
  - ε. Η μηχανική ενέργεια που αποδίδει ο κινητήρας σε ένα λεπτό είναι μικρότερη των 30 J.

### Λύση

β) Ενέργεια ανά μονάδα χρόνου ( δηλαδή η ισχύς ! ) που λαμβάνει ο κινητήρας :

$$P = \frac{E_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau\rho}}{\Delta t} = \frac{V \cdot i \cdot \Delta t}{\Delta t} = V \cdot i = \text{Δεδομένα} = 5 \text{ volt} \cdot 0,1 \text{ A} = 0.5 \text{ watt}$$

γ , δ, α) Ο κινητήρας μετατρέπει το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας σε κινητική (μηχανική) ενέργεια και ένα σχετικά μικρό μέρος σε θερμότητα (απώλειες). Επομένως δεν αποδίδει ως μηχανική ενέργεια την ποσότητα 0.5 watt, που λαμβάνει.

ε) Ας υπολογίσουμε όλη τη λαμβανόμενη ενέργεια από τον κινητήρα (\*) :

$$P = \frac{E_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau\rho}}{\Delta t} \rightarrow E_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau} = P \cdot \Delta t = 0,5 \cdot 60 = 30 \text{ joule} \quad \text{Επομένως επιβάλλεται ο κινητήρας να αποδίδει σε 1 λεπτό (60 sec) ενέργεια μικρότερη από 30 joule...}$$

(\*) Η αποδιδόμενη από την πηγή είναι ίση με την προσλαμβανόμενη από τον μοναδικό καταναλωτή, τον κινητήρα.

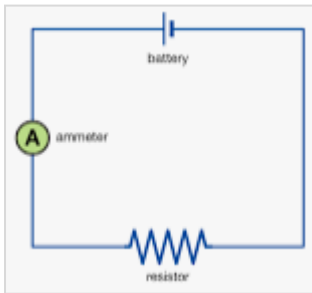
## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Σε ηλεκτρικό καταναλωτή αναγράφονται από τον κατασκευαστή οι ενδείξεις «12 V, 30 W». Τι σημαίνει αυτή η πληροφορία; Αν εφαρμόσουμε στους πόλους του καταναλωτή τάση 12 V, πόση θα είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα τον διαρρέει;

**Υπόδειξη:** Οι ενδείξεις αποτελούν προδιαγραφές **κανονικής** λειτουργίας, όπως αυτές αποδόθηκαν από τον κατασκευαστή. Αν –ως παράδειγμα– η τάση είναι μικρότερη από 12 volt, η συσκευή θα υπολειπουργεί. Αν είναι μεγαλύτερη μάλλον θα καταστραφεί!

$$P = \dots = V \cdot i \rightarrow 30 = 12 \cdot i \rightarrow i = 2,5 \text{ A} \quad \text{αυτό είναι το ρεύμα κανονικής λειτουργίας}$$

3. Στους πόλους ηλεκτρικής πηγής σταθερής τάσης 6 V συνδέουμε αντιστάτη αντίστασης 6 Ω σε σειρά με αμπερόμετρο. α. Σχεδιάσε το κύκλωμα. β. Ποια είναι η ένδειξη του αμπερόμετρου; γ. Ποια είναι η ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται από τον αντιστάτη προς το περιβάλλον σε χρόνο δύο λεπτών; δ. Πόση είναι η ηλεκτρική ενέργεια που προσδίδει η πηγή στο κύκλωμα στον ίδιο χρόνο; ε. Αν αντικαταστήσουμε τον αντιστάτη με έναν άλλο που έχει τη μισή αντίσταση, σε πόσο χρόνο θα παραχθεί απ' αυτόν η ίδια ποσότητα θερμότητας; στ. Πόση είναι η ηλεκτρική ενέργεια που προσδίδει η ηλεκτρική πηγή στο κύκλωμα ανά δευτερόλεπτο, σε καθεμία από τις δύο περιπτώσεις;



β) Τάση πηγής = τάση αντίστασης (έχουν ίδια άκρα!)

$$\text{Επομένως } V = I \cdot R \rightarrow 6 = I \cdot 6 \rightarrow I = 1 \text{ A}$$

γ)  $E_{\text{ηλεκτ}} = V \cdot I \cdot \Delta t = 6 \cdot 1 \cdot 120 = 720 \text{ Joule}$

δ) Σε αντίσταση R, όλη η προσφερόμενη γίνεται θερμότητα, λείπει το φαινόμενο Joule. Κι όλη η θερμότητα διαχέεται στο περιβάλλον.

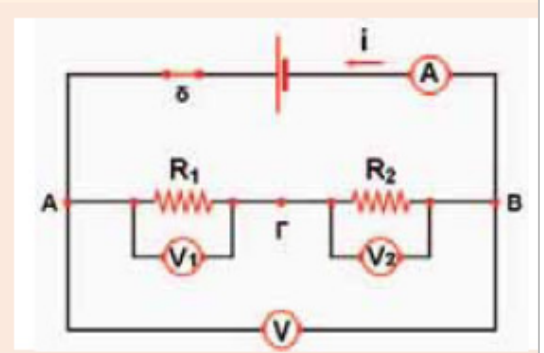
ε) Όταν δουλεύει η R:  $E_{\text{ηλεκτ}} = 720 \text{ joule}$

κι όταν δουλεύει η άλλη αντίσταση:  $E'_{\text{ηλεκτ}} = V \cdot I' \cdot \Delta t' = V \cdot (V/R') \cdot \Delta t' = (V^2/R') \Delta t' \rightarrow 720 = (36/3) \Delta t' \rightarrow 10 \cdot 72 \cdot 3 = 36 \cdot \Delta t' \rightarrow \Delta t' = 60 \text{ sec}$

στ) Πρώτη περίπτωση ( $R=6 \Omega$ ):  $P = V \cdot I \rightarrow P = 6 \cdot 1 = 6 \text{ watt}$

και στη δεύτερη περίπτωση:  $P' = V \cdot I' = V \cdot V/R' = (6 \cdot 6) / 3 = 12 \text{ watt}$

Στο κύκλωμα της διπλανής εικόνας οι δύο αντιστάτες έχουν αντιστάσεις  $R_1=20 \Omega$  και  $R_2=40 \Omega$  αντίστοιχα. Μόλις κλείσουμε το διακόπτη, η ένδειξη του βολτόμετρου είναι 12 V. α. Ποια θα είναι τότε η ένδειξη του αμπερόμετρου; β. Να υπολογίσεις την ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται από κάθε αντιστάτη στο περιβάλλον σε δύο λεπτά. γ. Να υπολογίσεις την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα στον ίδιο χρόνο. δ. Να υπολογίσεις την παραγόμενη θερμότητα ανά δευτερόλεπτο σε κάθε αντιστάτη. ε. Να υπολογίσεις την ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα ανά δευτερόλεπτο.



**Υπόδειξη:**

Όλα είναι εύκολα, αρκεί αρχικά να κάνεις **επίλυση του κυκλώματος**. Επίλυση σημαίνει να γνωρίζω τάσεις και ρεύματα. Στη συνέχεια, εφαρμόζεις εξισώσεις που αφορούν ενέργεια και ισχύ...

Βρείτε λοιπόν:  $R_{\text{ολική}} = R_1 + R_2 = 60 \Omega$ ,  $I = 0.2 \text{ A}$ ,  $V_1 = 4 \text{ volt}$ ,  $V_2 = 8 \text{ volt}$

Ακόμη ... :  $Q(R_1) = V_1 \cdot i \cdot \Delta t = \dots = 96 \text{ joule}$ ,  $Q(R_2) = V_2 \cdot i \cdot \Delta t = \dots = 192 \text{ joule}$ ,  $Q(\text{πηγής}) = V \cdot I \cdot \Delta t = \dots = 288 \text{ joule}$

Τα ερωτήματα δ. και ε. αφορούν υπολογισμό ισχύος, αφού αναφέρονται σε ενέργεια χρονικά «ανά δευτερόλεπτο».

Ειδικά στο δ. ερώτημα η παραγόμενη ανά δευτερόλεπτο θερμότητα είναι ίση με την προσλαμβανόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά δευτερόλεπτο, διότι σε μια αντίσταση όλη η αποδιδόμενη σε αυτή ηλεκτρική ενέργεια, γίνεται θερμότητα, λείει ο νόμος Joule!

Μια μπαταρία συνδέεται με τα άκρα ενός κινητήρα, έτσι ώστε ο κινητήρας να περιστρέφεται. Με τη βοήθεια ενός αμπερόμετρου μετράμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος του κυκλώματος. Με ένα βολτόμετρο μετράμε την τάση στους πόλους της μπαταρίας.

α. Να σχεδιάσεις το αντίστοιχο κύκλωμα.

β. Αν η ένδειξη του αμπερόμετρου παραμένει σταθερή και ίση με  $I=0,5 \text{ A}$ , να υπολογίσεις το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από την μπαταρία και από τον κινητήρα σε χρονικό διάστημα ενός λεπτού.

γ. Αν η ένδειξη του βολτόμετρου παραμένει σταθερή και είναι ίση με  $6 \text{ V}$ , να υπολογίσεις την ποσότητα της χημικής ενέργειας της μπαταρίας που μετατράπηκε σε ηλεκτρική στο ίδιο χρονικό διάστημα.

δ. Αν γνωρίζεις ότι σχεδόν όλη η ενέργεια που προσδίδει η μπαταρία στο κύκλωμα μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια στον κινητήρα, θα ήταν δυνατόν να χρησιμοποιήσουμε τον κινητήρα για να ανυψώσουμε μια πέτρα μάζας  $1 \text{ kg}$  σε ύψος  $15 \text{ m}$ ; ( $g=10 \text{ m/s}^2$ )

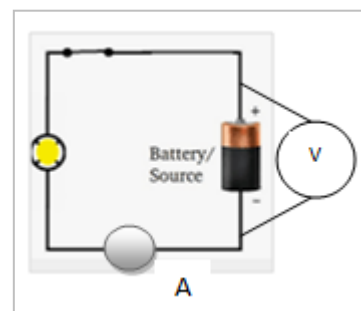
β.  $i = \frac{q}{\Delta t} \rightarrow q = i \cdot \Delta t \rightarrow \dots$

γ. Η πηγή αποδίδει στο κύκλωμα (στον κινητήρα):  $E_{\text{πηγής}} = V \cdot I \cdot \Delta t \rightarrow \text{κλπ}$

δ. Ποια είναι η ενεργειακή απαίτηση για να πάει μια μάζα σε ύψος  $h$ ; Εδώ θέλει να θυμηθούμε θεωρία έργο-ενέργειας από Α τάξη

$\dots E_{\text{απαιτούμενη}} = m \cdot g \cdot h = \text{κλπ}$

Αν συγκρίνουμε τις δυο ποσότητες, μπορούμε να πούμε τι θα ισχύει...



Συνδέουμε τους πόλους κινητήρα με ηλεκτρική πηγή σταθερής τάσης  $12 \text{ V}$ , οπότε η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει είναι  $2 \text{ A}$ . Ο κινητήρας αποδίδει σε ένα λεπτό μηχανική ενέργεια  $1.000 \text{ J}$ .

α. Να υπολογίσεις την ηλεκτρική ισχύ που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα στον κινητήρα.

β. Να υπολογίσεις την ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα στον κινητήρα σε χρόνο ενός λεπτού.

γ. Να υπολογίσεις την ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται από τον κινητήρα στο περιβάλλον στον ίδιο χρόνο.

δ. Να υπολόγισεις την απόδοση του κινητήρα.

α. Η ενέργεια που ανά δευτερόλεπτο αποδίδει η πηγή :  $P_{\text{πηγής}} = V \cdot I = 24 \text{ watt}$

β. Ο κινητήρας σε ένα λεπτό λαμβάνει, όση ενέργεια αποδίδει η πηγή (Αρχή Διατήρησης Ενέργειας – συζήτηση )

Επομένως :  $E = V \cdot I \cdot \Delta t = 24 \cdot 60 = \dots \text{ Joule}$

γ. Νάτη η ΑΔΕ ! Ό,τι αποδίδει η πηγή = ό,τι παίρνει ο κινητήρας για να κάνει κινητική + Θερμικές απώλειες

$24 \cdot 60 = 1000 + \text{Απώλειες (Q)} \rightarrow \dots$

δ. Απόδοση = εδώ θέλει ανάλυση θεωρητική από τον διδάσκοντα...

10. Η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς που μπορεί να μεταφερθεί σ' έναν αντιστάτη αντίστασης 100 Ω, χωρίς να καεί, είναι 4 W.

α. Να υπολογίσεις τη μέγιστη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί να τον διαρρέει.

β. Να υπολογίσεις τη μέγιστη τιμή της ηλεκτρικής τάσης που μπορούμε να εφαρμόσουμε στα άκρα του. Ποια είναι τότε η ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο περιβάλλον του σε χρόνο δύο λεπτών;

γ. Αν εφαρμόσουμε στα άκρα του τάση 10 V, πόση είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει; Πόση ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται απ' αυτόν σε θερμότητα ανά δευτερόλεπτο; Πόση θερμότητα μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο περιβάλλον σε χρόνο δύο λεπτών; Σύγκρινε την τιμή αυτή με την αντίστοιχη του ερωτήματος (β).

α. Ξεκινάμε ...

$$E_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau\rho} = V \cdot i \cdot \Delta t = \{\text{για αντίσταση } V = i \cdot R\} \rightarrow E_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau} = i^2 R \cdot \Delta t \rightarrow \frac{E_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau\rho}}{\Delta t} = i^2 R \rightarrow P_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau\rho} = i^2 R \rightarrow \text{και επομένως } P_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau\rho, \max} = i_{\max}^2 \cdot R \quad (1)$$

Από την (1) και από τα δεδομένα του προβλήματος εύκολα προκύπτει ότι :  $i = 0.2 \text{ A}$

β. ...αποδείξτε μόνοι σας ότι :  $P_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau\rho, \max} = \frac{V_{\max}^2}{R} \rightarrow \text{οπότε } V_{\max} = 20 \text{ volt}$

Η ενέργεια που λαμβάνει ο αντιστάτης γίνεται αποκλειστικά θερμότητα λέει το φαινόμενο/νόμος Joule. Έτσι, βρίσκουμε την ενέργεια που λαμβάνει ο αντιστάτης σε συνθήκες μεγίστων τιμών για τα P, V, I :

$$E_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau, \max} = P_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau, \max} \cdot \Delta t \rightarrow E_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau, \max} = 4 \text{ watt} \cdot 120 \text{ sec} = 480 \text{ joule}$$

γ. Αν εφαρμόσουμε τάση  $V'=10 \text{ volt}$ , τότε η αντίσταση θα υπολειπυργεί ! (γιατί ;)

►  $i' = \{ \text{νόμος ohm} \} = \frac{V'}{R} \rightarrow i' = \frac{10}{100} = 0.1 \text{ A}$

► Θερμότητα ανά δευτερόλεπτο = Ισχύς ! κι για μια ακόμη φορά λέμε ότι η ενέργεια που ανά μονάδα χρόνου που δίνει η R σε μορφή θερμότητας, είναι ίση με την ενέργεια που ανά μονάδα χρόνου λαμβάνει η R από το ρεύμα.

$$P'_{\eta\lambda\epsilon\kappa\tau\rho} = V' \cdot i' = 10 \cdot 0.1 = 1 \text{ watt}$$

► ... βρείτε ότι η αποδιδόμενη θερμότητα στο περιβάλλον από την R, κάτω από συνθήκες  $V'=10 \text{ volt}$  και σε χρόνο  $\Delta t=120 \text{ sec}$  , είναι ίση με 120 joule

► ... δηλαδή υποτετραπλάσια!