

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

- ▶ Ερωτήσεις-Ασκήσεις χωρίς απαντήσεις (σελ. 1)
- ▶ Ερωτήσεις-Ασκήσεις με απαντήσεις (σελ. 5)



ΙΑΒΑΣΕ ΑΥΤΟ, ΠΡΙΝ ΞΕΚΙΝΗΣΕΙΣ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ

Οι ερωτήσεις και οι ασκήσεις επανάληψης τής Φυσικής Γ' Γυμνασίου αποσκοπούν να βοηθήσουν το μαθητή να επαναλάβει τα σημαντικά στοιχεία τής διδακτέας ύλης. Συμπεριλαμβάνουν μια αφαιρετική επιλογή ερωτήσεων και ασκήσεων τού σχολικού βιβλίου, συμπληρωμένων με επιπλέον ερωτήσεις και ασκήσεις. Η σειρά παρουσίας τους είναι προσεγμένη ώστε να αποκαλύπτει το βασικό σκελετό κάθε κεφαλαίου και να υποβοηθά στην κατανόηση τής ύλης.

➔ Σε γαλάζιο φόντο ⇨ ΔΙΔΑΚΤΕΑ ΥΛΗ (2014-2015)

➔ Σε μαύρο φόντο ⇨ ΘΕΜΑΤΑ ΕΚΤΟΣ ΔΙΔΑΚΤΕΑΣ ΥΛΗΣ (2014-2015)

που μπορεί να συμπληρώσουν τη διδασκαλία ή τη μελέτη



Όπου υπάρχει αυτό το εικονίδιο, κάνε κλικ για να δεις σχετικό βίντεο ή προσομοίωση ενός φαινομένου.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ-ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

3.1 [Συμπλήρωση λέξεων] Όταν μια ηλεκτρική πηγή συνδεθεί σε μεταλλικό αγωγό, i) δημιουργεί στο εσωτερικό του ηλεκτρικό πεδίο και ii) προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια στα *ελεύθερα ηλεκτρόνια* (1) του. Η δύναμη του ηλεκτρικού πεδίου ωθεί τα ηλεκτρόνια προς μια ορισμένη κατεύθυνση (ηλεκτρικό ρεύμα) και έτσι η ηλεκτρική ενέργεια τής πηγής μετατρέπεται σε *κινητική* (2) ενέργεια των ηλεκτρονίων.

Τα ηλεκτρόνια, όμως, συγκρούονται με τα *ιόντα* (3) του μεταλλικού πλέγματος, μεταβιβάζοντάς τους ένα μέρος από την κινητική τους ενέργεια.

Σε ένα μεταλλικό αγωγό, λοιπόν, η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει μια ηλεκτρική πηγή χρησιμοποιείται για την *αύξηση* (4) των κινητικών ενεργειών των ηλεκτρονίων και των ιόντων του μετάλλου, που –αθροιστικά– αποτελούν την *θερμική* (5) ενέργεια του αγωγού.

Η αύξηση τής θερμικής ενέργειας του αγωγού γίνεται αντληπτή από την αύξηση τής *θερμοκρασίας* (6) του, γεγονός που το λέμε φαινόμενο *Τζάουλ* (7).

Μόλις δημιουργείται διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στον αγωγό και στο περιβάλλον, η επιπλέον *θερμική* (8) ενέργεια που απέκτησε ο αγωγός διαρρέει στο περιβάλλον. Αυτή την ποσότητα ενέργειας που ο αγωγός αποβάλλει στο περιβάλλον, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας, τη λέμε *θερμότητα* (9).



Τελικά, η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει μια ηλεκτρική πηγή σε μεταλλικό αγωγό καταλήγει στο περιβάλλον και μπορούμε να την υπολογίσουμε από την εξίσωση $Q = I^2 R t$ (10). Τα σύμβολα στο δεύτερο μέρος τής εξίσωσης σημαίνουν, αντίστοιχα: *ένταση ρεύματος* (11), *ηλεκτρική αντίσταση* (12), *χρονική διάρκεια* (13). Το μαθηματικό αυτό συμπέρασμα είναι γνωστό ως νόμος του *Τζάουλ* (*Joule*) (14).

3.2 Α) Να εξηγήσετε τι εννοούμε με την έννοια βραχυκύκλωμα και ποιο μπορεί να είναι το αποτέλεσμα του.

Βραχυκύκλωμα ενός κυκλώματος λέμε τη *σύνδεση δύο σημείων του με αγωγό πολύ μικρής αντίστασης*. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ανεβεί πολύ (και απότομα) η θερμοκρασία του αγωγού και να συμβεί *καταστροφή (τήξη) του αγωγού, αλλά και του κυκλώματος*, ενώ υπάρχει και κίνδυνος πυρκαγιάς.

Σύμφωνα με το νόμο του Τζάουλ, η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια σε έναν αντιστάτη είναι $Q = I^2 R t$.

Επειδή η ένταση του ρεύματος που περνά από τον αγωγό είναι $I = V/R$, ισχύει ότι $Q = \left(\frac{V}{R}\right)^2 R t = \frac{V^2}{R^2} R t = \frac{V^2}{R} t$

Δηλαδή, το Q είναι αντιστρόφως ανάλογο με το R . Άρα, αν έχουμε μια δεδομένη τάση V (π.χ. την τάση μιας μπαταρίας), όσο πιο μικρή αντίσταση R τροφοδοτήσουμε με αυτήν, τόσο περισσότερη θερμική ενέργεια θα παραχθεί (κίνδυνος βραχυκυκλώματος).

Β) Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο προστατεύουμε τις συσκευές από βραχυκύκλωμα.

Για να προστατέψουμε ένα κύκλωμα από βραχυκύκλωμα, χρησιμοποιούμε τις *ηλεκτρικές ασφάλειες*. Η λειτουργία τους στηρίζεται στο φαινόμενο Τζάουλ. Αποτελούνται από έναν αντιστάτη από εύτηκτο (=λιώνει εύκολα) μέταλλο και συνδέονται πάντα σε σειρά με τη συσκευή που θέλουμε να προστατέψουμε.

Αν η ένταση του ρεύματος ξεπεράσει μία τιμή, πάνω από την οποία γίνεται επικίνδυνος για τη συσκευή, η άνοδος τής θερμοκρασίας του αντιστάτη προκαλεί την τήξη του μετάλλου του. Έτσι, ο αντιστάτης τής ασφάλειας καταστρέφεται, προκαλώντας άνοιγμα του κυκλώματος και διακοπή του ρεύματος.

3.3 Να δείξετε ότι η ηλεκτρική ενέργεια $E_{\eta\lambda}$ που καταναλώνει μια συσκευή, μετατρέποντάς την σε ενέργεια άλλων μορφών, δίνεται από την εξίσωση: $E_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma} t$ (V_{σ} : ηλεκτρική τάση στα άκρα τής συσκευής, I_{σ} : ένταση ρεύματος που τη διαρρέει, t : χρονική διάρκεια λειτουργίας τής)

Η ηλεκτρική τάση στα άκρα μιας συσκευής υπολογίζεται από την εξίσωση $V_{\sigma} = E_{\eta\lambda} / q$ και εκφράζει πόσα J (τζάουλ) ενέργειας προσφέρουν στη συσκευή ηλεκτρόνια με συνολικό φορτίο $1 C$ (κουλόμπ).

Αν λοιπόν από τη συσκευή περάσουν ηλεκτρόνια με συνολικό φορτίο q , τής προσφέρουν ενέργεια: $E_{\eta\lambda} = V_{\sigma} q$

Το φορτίο q σχετίζεται με την ένταση I_{σ} του ρεύματος και το χρόνο που το ρεύμα διαρρέει τη συσκευή: $q = I_{\sigma} t$.

Συνεπώς, η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται από το ηλεκτρικό ρεύμα στη συσκευή είναι: $E_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma} t$

Η ενέργεια αυτή μετασηματίζεται σε άλλες μορφές, που εξαρτώνται από το είδος τής συσκευής.

3.4 Να δείξετε ότι η ισχύς $P_{\eta\lambda}$ που καταναλώνει μια ηλεκτρική συσκευή δίνεται από την εξίσωση: $P_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma}$

(V_{σ} : ηλεκτρική τάση στα άκρα τής συσκευής, I_{σ} : ένταση ρεύματος που τη διαρρέει)

Αν μια ηλεκτρική συσκευή λειτουργεί για χρόνο t , το ρεύμα τής προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια $E_{\eta\lambda}$.

Αν διαιρέσουμε την ενέργεια $E_{\eta\lambda}$ με τον αντίστοιχο χρόνο t , το πηλίκο αυτό εκφράζει πόσα J (τζάουλ) ενέργειας προσφέρει το ρεύμα στη συσκευή κάθε s (δευτερόλεπτο) –ή, με άλλα λόγια, πόσα J ενέργειας καταναλώνει η συσκευή κάθε s . Το πηλίκο αυτό το λέμε **ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνει η συσκευή**.

ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει μια συσκευή = $\frac{\text{ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει το ρεύμα στη συσκευή}}{\text{αντίστοιχος χρόνος}}$ ή, συμβολικά, $P_{\eta\lambda} = \frac{E_{\eta\lambda}}{t}$

Αν σκεφτούμε ότι η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει η συσκευή σχετίζεται με το χρόνο λειτουργίας τής και με την εξίσωση $E_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma} t$, προκύπτει ότι

$$P_{\eta\lambda} = \frac{V_{\sigma} I_{\sigma} t}{t} \quad \text{ή} \quad P_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma}$$

3.5 Α) Να υπολογίσετε με πόσα τζάουλ (J) ισούται μία κιλοβατώρα (kWh) ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει μια ηλεκτρική συσκευή μπορεί να υπολογιστεί από την εξίσωση $E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} t$, όπου $P_{\eta\lambda}$ είναι η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει η συσκευή και t ο χρόνος λειτουργίας τής.

Στο *S.I.* μονάδα μέτρησης τής ισχύος είναι το **βατ** (συμβολικά, **W**). Ορίζουμε ότι $1 W = \frac{1 J}{1 s}$, οπότε $1 J = 1 W \cdot 1 s$

Δηλαδή, αν μετράμε την ισχύ σε W και το χρόνο σε s , τότε υπολογίζουμε την ηλεκτρική ενέργεια σε J .

Αν, όμως, μετράμε την ισχύ σε W και το χρόνο σε h , τότε υπολογίζουμε την ηλεκτρική ενέργεια σε **βατώρες (Wh)**.

Με βάση την εξίσωση $E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t$ ισχύει ότι $1 Wh = 1 W \cdot 1 h = 1 W \cdot 3.600 s = 3.600 W \cdot s = 3.600 J$

Η **κιλοβατώρα (kWh)** είναι η μονάδα ενέργειας που χρησιμοποιεί η Δ.Ε.Η., στους λογαριασμούς που μας στέλνει.

$$1 kWh = 1.000 Wh = 1.000 \cdot 3.600 J = 3.600.000 J$$

Β) Να υπολογίσετε πόσες κιλοβατώρες καταναλώνει μια συσκευή ισχύος 100 W, όταν λειτουργεί για 10 h.

Γνωρίζοντας την ισχύ κατανάλωσης τής συσκευής και το χρόνο λειτουργίας τής, υπολογίζουμε την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει από την εξίσωση

$$E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t = 100 W \cdot 10 h = 1.000 Wh = 1 kWh$$

3.6 Μια μπαταρία συνδέεται –με τη βοήθεια αγωγών– στα άκρα ενός κινητήρα, ο οποίος αρχίζει να περιστρέφεται.

Μετράμε ότι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα είναι $I = 2 \text{ A}$ και η ηλεκτρική τάση στους πόλους της μπαταρίας είναι $V_{\mu} = 12 \text{ V}$.

Να ξαναδιατυπώσετε όσες από τις παρακάτω προτάσεις, που αφορούν το κύκλωμα που περιγράψαμε, τις θεωρείτε επιστημονικά λανθασμένες, έτσι ώστε να είναι επιστημονικά ορθές.

A) Η ηλεκτρική τάση στα άκρα του κινητήρα είναι $V_{\kappa} = 12 \text{ V}$.

Επιστημονικά ορθή πρόταση.

B) Τα άκρα του αμπερομέτρου παρεμβάλλονται στο κύκλωμα, στο σημείο όπου θέλουμε να μετρήσουμε την ένταση του ρεύματος.

Επιστημονικά ορθή πρόταση.

Γ) Τα άκρα του βολτομέτρου συνδέονται στα σημεία του κυκλώματος, ανάμεσα στα οποία θέλουμε να μετρήσουμε την ηλεκτρική τάση.

Επιστημονικά ορθή πρόταση.

Δ) Το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται κάθε 1 s από τη μπαταρία και από οποιαδήποτε διατομή των αγωγών του κυκλώματος είναι 12 C .

Επειδή το ρεύμα έχει ένταση 2 A , το φορτίο που περνά κάθε 1 s από τη μπαταρία και από οποιαδήποτε διατομή των αγωγών του κυκλώματος είναι 2 C .

Ε) Η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται σε κάθε 1 C ηλεκτρικού φορτίου, κάθε φορά που περνά από τη μπαταρία, είναι 2 J .

Επειδή η τάση της μπαταρίας είναι 12 V , η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται σε κάθε 1 C φορτίου, κάθε φορά που περνά από τη μπαταρία, είναι 12 J .

Ζ) Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο κινητήρας κάθε 1 s είναι 6 J .

Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο κινητήρας κάθε 1 s είναι $E_{\eta\lambda} = V_{\kappa} I_{\kappa} t = (12 \cdot 2 \cdot 1) \text{ J} = 24 \text{ J}$

Η) Το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει στον κινητήρα ηλεκτρική ισχύ 12 W .

Το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει στον κινητήρα ηλεκτρική ενέργεια 24 J κάθε 1 s , άρα μεταφέρει ηλεκτρική ισχύ 24 W .

3.7 [Ερώτηση 5 – σελ.84 σχολικού βιβλίου]

Ηλεκτρικό ρεύμα ορισμένης έντασης διαρρέει αντιστάτη, για χρονικό διάστημα 2 min . Η ποσότητα τής ηλεκτρικής ενέργειας που ο αντιστάτης μετατρέπει

σε θερμική είναι 30 J . Αν διπλασιαστεί η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, να υπολογίσετε ποια είναι η αντίστοιχη ποσότητα τής ηλεκτρικής ενέργειας, που μετατρέπεται σε θερμική σε 1 min .

Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει έναν αντιστάτη (μεταλλικό αγωγό), όλη η ηλεκτρική ενέργεια που του προσφέρει μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια.

Αν η θερμοκρασία του αντιστάτη διατηρηθεί σταθερή, τότε όλη η παραγόμενη θερμική ενέργεια διαρρέει στο περιβάλλον.

Αυτή τη –μεταβιβαζόμενη στο περιβάλλον– θερμική ενέργεια τη λέμε θερμότητα και μπορούμε να τη λογαριάσουμε με το νόμο του Joule: $Q = I^2 R t$

(R : αντίσταση του αντιστάτη, I : ένταση ρεύματος που τον διαρρέει, t : χρονικό διάστημα που ο αντιστάτης διαρρέεται από ρεύμα)

Αν διπλασιαστεί η ένταση του ρεύματος ($I' = 2I$) και υποδιπλασιαστεί ο χρόνος που το ρεύμα διαρρέει τον ίδιο αντιστάτη ($t' = t/2$), τότε η θερμότητα που παράγεται είναι:

$$Q' = I'^2 R t' = (2I)^2 R \frac{t}{2} = 4 I^2 R \frac{t}{2} = 2 I^2 R t = 2 Q$$

είναι, δηλαδή, διπλάσια τής προηγούμενης θερμότητας –και, συνεπώς, είναι $Q' = 60 \text{ J}$.

3.8 [Ερώτηση 10 – σελ.84 σχολικού βιβλίου]

Να εξηγήσετε αν ένας κινητήρας μπορεί να αποδίδει μηχανική ισχύ μεγαλύτερη από την ηλεκτρική ισχύ που μεταφέρει σ' αυτόν το ηλεκτρικό ρεύμα.

Ένας κινητήρας χρησιμοποιεί (καταναλώνει) ηλεκτρική ενέργεια και τη μετατρέπει σε (ωφέλιμη) μηχανική ενέργεια και σε (άχρηστη) θερμική ενέργεια.

Η αρχή διατήρησης τής ενέργειας για τον κινητήρα γράφεται:

$$(\text{ηλεκτρική ενέργεια}) = (\text{μηχανική ενέργεια}) + (\text{θερμική ενέργεια}) \quad \text{ή, συμβολικά,} \quad E_{\eta\lambda} = E_{\mu\eta\chi} + E_{\theta\epsilon\rho}$$

Αν διαιρέσουμε τα δύο μέλη τής εξίσωσης με το χρόνο t λειτουργίας του κινητήρα:

$$\frac{E_{\eta\lambda}}{t} = \frac{E_{\mu\eta\chi}}{t} + \frac{E_{\theta\epsilon\rho}}{t}$$

Το κλάσμα $\frac{E_{\eta\lambda}}{t}$ είναι η ηλεκτρική ισχύς $P_{\eta\lambda}$ που καταναλώνει ο κινητήρας (ή, αλλιώς, η ισχύς που μεταφέρει σ' αυτόν το ηλεκτρικό ρεύμα)

Το κλάσμα $\frac{E_{\mu\eta\chi}}{t}$ μπορούμε να το ονομάσουμε μηχανική ισχύ $P_{\mu\eta\chi}$ που αποδίδει ο κινητήρας.

Το κλάσμα $\frac{E_{\theta\epsilon\rho}}{t}$ μπορούμε να το ονομάσουμε θερμική ισχύ $P_{\theta\epsilon\rho}$ που παράγει ο κινητήρας. Επομένως:

$$P_{\eta\lambda} = P_{\mu\eta\chi} + P_{\theta\epsilon\rho}$$

Από την τελευταία εξίσωση φαίνεται ότι $P_{\eta\lambda} > P_{\mu\eta\chi}$.

Δηλαδή, η μηχανική ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας είναι πάντα μικρότερη τής ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνει (ως συνέπεια τής αρχής διατήρησης τής ενέργειας).

3.9 [Άσκηση 1 – σελ.84 σχολικού βιβλίου]

Σε ηλεκτρικό καταναλωτή αναγράφονται από τον κατασκευαστή οι ενδείξεις: 12 V , 30 W . Να εξηγήσετε τι σημαίνει αυτή η πληροφορία.

Αν εφαρμόσουμε στους πόλους του καταναλωτή τάση 12 V , να υπολογίσετε πόση θα είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που θα τον διαρρέει.

Η ένδειξη 12 V σημαίνει ότι, για να λειτουργεί κανονικά ο καταναλωτής (σύμφωνα με τις προδιαγραφές που κατασκευάστηκε), στα άκρα του πρέπει να προσφέρεται τάση 12 V . Με μικρότερη τάση ο καταναλωτής υπολειτουργεί, ενώ με μεγαλύτερη τάση κινδυνεύει να καταστραφεί.

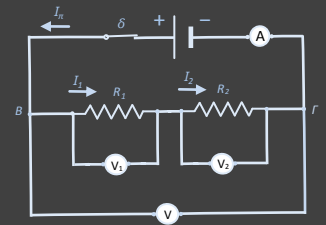
Αν ο καταναλωτής λειτουργεί με κανονική τάση (12 V), η ισχύς που καταναλώνει είναι 30 W .

Η ισχύς που καταναλώνει, η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει και η τάση στα άκρα του καταναλωτή συνδέονται με την εξίσωση: $P = V I$ απ' όπου μπορούμε να υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος κανονικής λειτουργίας του καταναλωτή:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{30}{12} \text{ A} = 2,5 \text{ A}$$

3.10 [Άσκηση 6 – σελ.85 σχολικού βιβλίου]

Στο κύκλωμα τής διπλανής εικόνας οι δύο αντιστάτες έχουν αντιστάσεις $R_1 = 20 \Omega$ και $R_2 = 40 \Omega$, αντίστοιχα. Μόλις κλείσουμε το διακόπτη, η ένδειξη τού βολτομέτρου είναι $V = 12 V$.



A) Να υπολογίσετε την ένδειξη τού αμπερομέτρου

(Τα όργανα μέτρησης δεν "ενοχλούν" το κύκλωμα και, ενώ μας δίνουν πληροφορίες γι' αυτό, δεν επηρεάζουν τις τιμές των μεγεθών του.) Το αμπερόμετρο μετράει το ρεύμα, έντασης I_{π} , που περνάει από την πηγή, μετά εισέρχεται στο σύστημα των αντιστάτων και εξέρχεται, για να καταλήξει στην πηγή. Ισχύει, δηλαδή, $I_{\pi} = I_1 = I_2$. Οι αντιστάτες συνδέονται σε σειρά και, άρα, το σύστημα έχει ισοδύναμη αντίσταση

$$R_{\text{ισ}} = R_1 + R_2 = (20 + 40) \Omega = 60 \Omega$$

ενώ η τάση στα άκρα του B, Γ είναι η ένδειξη τού βολτομέτρου $V = 12 V$.

Σύμφωνα με το νόμο τού Ohm, για το σύστημα των αντιστάτων ισχύει: $I_{\pi} = \frac{V}{R_{\text{ισ}}} = \frac{12}{60} A = 0,2 A$ (ένδειξη αμπερομέτρου)

B) Να υπολογίσετε την ποσότητα τής θερμότητας που μεταφέρεται από κάθε αντιστάτη στο περιβάλλον, σε χρονικό διάστημα $t = 2 \text{ min}$

Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει έναν αντιστάτη, η θερμότητα που αποβάλλει ο περιβάλλον μπορεί να υπολογιστεί από το νόμο τού Τζάουλ: $Q = I^2 R t$ (R : αντίσταση τού αντιστάτη, I : ένταση ρεύματος που τον διαρρέει, t : χρονικό διάστημα που ο αντιστάτης διαρρέεται από ρεύμα)

Επειδή οι δύο αντιστάτες διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα $I_1 = I_2 = 0,2 A$, η θερμότητα που αποβάλλει ο καθένας, σε χρονικό διάστημα $t = 2 \text{ min} = 120 s$, είναι:

$$Q_1 = I_1^2 R_1 t = (0,2^2 \cdot 20 \cdot 120) J = (0,04 \cdot 2.400) J = 96 J \quad \text{και} \quad Q_2 = I_2^2 R_2 t = (0,2^2 \cdot 40 \cdot 120) J = (0,04 \cdot 4.800) J = 192 J$$

Γ) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα, στο ίδιο χρονικό διάστημα

Στο κύκλωμα, εκτός από τους δύο αντιστάτες, δεν υπάρχουν άλλοι καταναλωτές. Έτσι, σύμφωνα με την αρχή διατήρησης τής ενέργειας, όση ηλεκτρική ενέργεια προσφέρει η πηγή στο χρονικό διάστημα $t = 120 s$, μετατρέπεται σε θερμότητα στους δύο αντιστάτες:

$$E_{\eta\lambda} = Q_1 + Q_2 = 96 J + 192 J = 288 J$$

Δ) Να υπολογίσετε την παραγόμενη θερμότητα ανά δευτερόλεπτο σε κάθε αντιστάτη

Αν, για κάθε αντιστάτη, διαιρέσουμε τη παραγόμενη θερμότητα με τον αντίστοιχο χρόνο, βρίσκουμε την παραγόμενη θερμότητα ανά δευτερόλεπτο:

$$\frac{Q_1}{t} = \frac{96 J}{120 s} = \frac{4 J}{5 s} = 0,8 \frac{J}{s} \quad \text{και} \quad \frac{Q_2}{t} = \frac{192 J}{120 s} = 1,6 \frac{J}{s}$$

Ε) Να υπολογίσετε την ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα ανά δευτερόλεπτο

Σύμφωνα –και πάλι– με την αρχή διατήρησης τής ενέργειας, μπορούμε να προσθέσουμε τους παραπάνω "ρυθμούς" με τους οποίους παράγεται η θερμότητα και να υπολογίσουμε την ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα ανά δευτερόλεπτο:

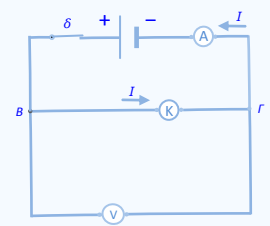
$$\frac{E_{\eta\lambda}}{t} = 0,8 \frac{J}{s} + 1,6 \frac{J}{s} = 2,4 \frac{J}{s}$$

3.11 [Άσκηση 7α,β,γ – σελ.85 σχολικού βιβλίου]

Μια μπαταρία συνδέεται με τα άκρα ενός κινητήρα, έτσι ώστε ο κινητήρας να περιστρέφεται.

Με τη βοήθεια ενός αμπερομέτρου μετράμε την ένταση τού ηλεκτρικού ρεύματος τού κυκλώματος.

Με ένα βολτόμετρο μετράμε την τάση στους πόλους τής μπαταρίας.



A) Να σχεδιάσετε συμβολικά τα παραπάνω κύκλωμα.

B) Αν η ένδειξη τού αμπερομέτρου παραμένει σταθερή και ίση με $I = 0,5 A$, να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από τη μπαταρία και από τον κινητήρα, σε χρονικό διάστημα $t = 1 \text{ min}$.

Το αμπερόμετρο μετράει την ένταση I του ρεύματος που διαρρέει τη μπαταρία και τον κινητήρα.

Σε χρονικό διάστημα $t = 1 \text{ min} = 60 s$, το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από τη μπαταρία και τον κινητήρα είναι $q = It = (0,5 \cdot 60) C = 30 C$

Γ) Αν η ένδειξη τού βολτομέτρου παραμένει σταθερή και ίση με $V = 6 V$, να υπολογίσετε την ποσότητα τής χημικής ενέργειας τής μπαταρίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική, στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Επειδή η ηλεκτρική τάση στους πόλους τής μπαταρίας είναι $V = 6 V$, αν περάσουν από τη μπαταρία ηλεκτρόνια, με συνολικό φορτίο q , η μπαταρία τούς προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια $E_{\eta\lambda} = V q$

Σε χρονικό διάστημα $t = 1 \text{ min} = 60 s$, το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από τη μπαταρία είναι $q = 30 C$.

Άρα, λαμβάνουν από τη μπαταρία ηλεκτρική ενέργεια $E_{\eta\lambda} = V q = (6 \cdot 30) J = 180 J$.

Η ενέργεια αυτή προέρχεται από ισόποση χημική ενέργεια, που η μπαταρία μετασχηματίζει σε ηλεκτρική.

3.12 [Άσκηση 8 – σελ.85 σχολικού βιβλίου]

Συνδέουμε τους πόλους κινητήρα με ηλεκτρική πηγή, σταθερής τάσης $12 V$, οπότε η ένταση τού ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει είναι $2 A$.

Ο κινητήρας αποδίδει μηχανική ενέργεια $1.000 J$ σε χρονικό διάστημα 1 min .

A) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ισχύ που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα στον κινητήρα.

Η ένταση τού ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα είναι $I_k = 2 A$ και η τάση στα άκρα του είναι όση και της πηγής, $V_k = 12 V$.

Η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει ο κινητήρας είναι $P_{\eta\lambda} = V_k I_k = (12 \cdot 2) W = 24 W$

Αυτό σημαίνει ότι, κάθε s ο κινητήρας καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια $24 J$.

Θεωρούμε ότι τα καλώδια σύνδεσης έχουν ασήμαντη αντίσταση και έτσι δεν υπάρχει άλλος καταναλωτής στο κύκλωμα.

Άρα, όλη η ενέργεια τής πηγής χρησιμοποιείται από τον κινητήρα –που σημαίνει ότι, κάθε s η πηγή μεταφέρει στον κινητήρα ηλεκτρική ενέργεια $24 J$.

Συνεπώς, η ισχύς που προσφέρει η πηγή είναι $24 W$.

B) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα στον κινητήρα, σε χρονικό διάστημα 1 min .

Εφόσον κάθε s η πηγή μεταφέρει στον κινητήρα ηλεκτρική ενέργεια $24 J$, άρα σε $1 \text{ min} = 60 s$, η ενέργεια που μεταφέρεται σ' αυτόν είναι $(60 \cdot 24) J = 1.440 J$.

Γ) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που μεταφέρεται από τον κινητήρα στο περιβάλλον, στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Ο κινητήρας, λυτόν, κάθε 1 min καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια $1.440 J$ και αποδίδει μηχανική ενέργεια $1.000 J$.

Η διαφορά $(1.440 - 1.000) J = 440 J$ είναι ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια στο εσωτερικό κύκλωμα τού κινητήρα.

Εάν, με κάποιο σύστημα ψύξης, διατηρούμε σταθερή τη θερμοκρασία τού κινητήρα, όλη αυτή η επιπλέον θερμική ενέργεια ($440 J$) αποβάλλεται ως θερμότητα στο περιβάλλον.

3.13 [Άσκηση 9 – σελ.85 σχολικού βιβλίου]

Σε κινητήρα που λειτουργεί με τάση 120 V μπορεί να μεταφερθεί ηλεκτρική ισχύς 600 W, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή του. Τότε, το 80% της ηλεκτρικής ισχύος μετατρέπεται από τον κινητήρα σε μηχανική ισχύ. Αν ο κινητήρας λειτουργεί με αυτές τις προδιαγραφές:

A) Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται στον κινητήρα, όταν λειτουργεί για 10 min.

Η ηλεκτρική ισχύς, $P_{\eta\lambda} = 600 \text{ W}$, που καταναλώνει ο κινητήρας, σημαίνει ότι μεταφέρεται σ' αυτόν ηλεκτρική ενέργεια 600 J σε κάθε 1 s.

Άρα, σε χρόνο $t = 10 \text{ min} = 10 \cdot 60 \text{ s} = 600 \text{ s}$ η ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται στον κινητήρα είναι $E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} t = 600 \text{ W} \cdot 600 \text{ s} = 360.000 \text{ J} = 360 \text{ kJ}$

B) Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει.

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί κανονικά, η τάση στα άκρα του είναι $V_k = 120 \text{ V}$ και η ισχύς που καταναλώνει είναι $P_{\eta\lambda} = 600 \text{ W}$.

Ισχύει τότε $P_{\eta\lambda} = V_k I_k$ και άρα η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα είναι

$$I_k = \frac{P_{\eta\lambda}}{V_k} = \frac{600}{120} \text{ A} = 5 \text{ A}$$

Γ) Να υπολογίσετε τη μηχανική ισχύ που αποδίδει.

Ο κινητήρας μετατρέπει σε μηχανική ισχύ το 80% της ηλεκτρικής ισχύος που του προσφέρεται. Άρα η (ωφέλιμη) μηχανική ισχύς που αποδίδει είναι:

$$P_{\mu\eta\chi} = 80\% P_{\eta\lambda} = \frac{80}{100} P_{\eta\lambda} = 0,8 \cdot 600 \text{ W} = 480 \text{ W}$$

Δ) Να υπολογίσετε τη μηχανική ενέργεια που αποδίδει σε 10 min λειτουργίας.

Η μηχανική ισχύς, $P_{\mu\eta\chi} = 480 \text{ W}$, που αποδίδει ο κινητήρας σημαίνει ότι αποδίδει μηχανική ενέργεια 480 J σε κάθε 1 s.

Άρα, σε χρόνο $t = 10 \text{ min} = 10 \cdot 60 \text{ s} = 600 \text{ s}$ ο κινητήρας αποδίδει μηχανική ενέργεια $E_{\mu\eta\chi} = P_{\mu\eta\chi} t = (480 \cdot 600) \text{ J} = 288.000 \text{ J} = 288 \text{ kJ}$

Ε) Να υπολογίσετε το μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπονται σε θερμική ενέργεια, σε κάθε s.

Σε κάθε 1 s λοιπόν ο κινητήρας καταναλώνει 600 J ηλεκτρικής ενέργειας και αποδίδει 480 J μηχανικής ενέργειας.

Τα υπόλοιπα $(600 - 480) \text{ J} = 120 \text{ J}$ ενέργειας μετατρέπονται σε θερμική ενέργεια στο εσωτερικό κύκλωμα του κινητήρα.

Δηλαδή, ο κινητήρας μετατρέπει σε θερμική ενέργεια τα 120 J από τα 600 J ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει.

Επομένως, η παραγόμενη θερμική ενέργεια είναι το $\frac{120}{600} = \frac{1}{5} = 0,2 = 20\%$ της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται.

ΣΤ) Να υπολογίσετε το μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που μεταφέρεται ως θερμότητα στο περιβάλλον, σε 10 min λειτουργίας.

Σε 10 min λειτουργίας υπολογίσαμε ότι ο κινητήρας καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια 360 kJ και αποδίδει μηχανική ενέργεια 288 kJ, άρα σε θερμική ενέργεια μετατρέπονται $(360 - 288) \text{ kJ} = 72 \text{ kJ}$.

Εάν, με κάποιο σύστημα ψύξης, διατηρούμε σταθερή τη θερμοκρασία του κινητήρα, όλη αυτή η επιπλέον θερμική ενέργεια (72 kJ) αποβάλλεται ως θερμότητα στο περιβάλλον. Τότε, η θερμότητα που αποβάλλεται στο περιβάλλον είναι το $\frac{72}{360} = \frac{1}{5} = 0,2 = 20\%$ της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται.

3.14 [Άσκηση 10α – σελ.86 σχολικού βιβλίου]

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

Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος, που μπορεί να διαρρέει τον αντιστάτη.

Η ηλεκτρική ισχύς $P_{\eta\lambda}$ που καταναλώνει ο αντιστάτης σχετίζεται με την τάση V στα άκρα του και την ένταση I του ρεύματος που τον διαρρέει: $P_{\eta\lambda} = V_{av} I_{av}$

Επειδή κάθε αντιστάτης πειθαρχεί στο νόμο του Ohm, ισχύει: $V_{av} = I_{av} R$

Συνδυάζοντας τις παραπάνω εξισώσεις: $P_{\eta\lambda} = (I_{av} R) I_{av} = I_{av}^2 R$

Άρα, η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη είναι: $I_{av}^2 = \frac{P_{\eta\lambda}}{R}$ ή $I_{av} = \pm \sqrt{\frac{P_{\eta\lambda}}{R}}$

και, επειδή πάντα η ένταση του ρεύματος παίρνει θετικές τιμές, κρατάμε μόνο τη λύση: $I_{av} = \pm \sqrt{\frac{P_{\eta\lambda}}{R}}$

Βλέπουμε ότι, καθώς μεγαλώνει η ένταση του ρεύματος στον αντιστάτη, μεγαλώνει και η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει.

Η μέγιστη ισχύς, λοιπόν, αντιστοιχεί στη μέγιστη ένταση ρεύματος: $I_{av,μεγ} = \sqrt{\frac{P_{\eta\lambda,μεγ}}{R}} = \sqrt{\frac{4}{100}} \text{ A} = \sqrt{\frac{1}{25}} \text{ A} = \frac{1}{5} \text{ A} = 0,2 \text{ A}$



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ-ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΧΩΡΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

- 3.1 [Συμπλήρωση λέξεων]** Όταν μια ηλεκτρική πηγή συνδεθεί σε μεταλλικό αγωγό, δημιουργεί στο εσωτερικό του ηλεκτρικό πεδίο και προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια στα _____ (1) του.
 Η δύναμη τού ηλεκτρικού πεδίου ωθεί τα ηλεκτρόνια προς μια ορισμένη κατεύθυνση (ηλεκτρικό ρεύμα) και, έτσι, η ηλεκτρική ενέργεια τής πηγής μετατρέπεται σε _____ (2) ενέργεια των ηλεκτρονίων.
 Τα ηλεκτρόνια όμως συγκρούονται με τα _____ (3) τού μεταλλικού πλέγματος, μεταβιβάζοντάς τους ένα μέρος από την κινητική τους ενέργεια. Σε ένα μεταλλικό αγωγό, λοιπόν, η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει μια ηλεκτρική πηγή χρησιμοποιείται για την _____ (4) των κινητικών ενεργειών των ηλεκτρονίων και των ιόντων τού μετάλλου, που –αθροιστικά– αποτελούν την _____ (5) ενέργεια τού αγωγού.
 Η αύξηση τής θερμικής ενέργειας τού αγωγού γίνεται σε μας αντιληπτή από την αύξηση τής _____ (6) του, γεγονός που το λέμε φαινόμενο _____ (7).
 Μόλις δημιουργείται διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στον αγωγό και στο περιβάλλον, η επιπλέον _____ (8) ενέργεια που απέκτησε ο αγωγός διαρρέει στο περιβάλλον. Αυτή την ποσότητα ενέργειας που ο αγωγός αποβάλλει στο περιβάλλον, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας, τη λέμε _____ (9).

Τελικά, η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει μια ηλεκτρική πηγή σε μεταλλικό αγωγό, καταλήγει στο περιβάλλον και την υπολογίσουμε από την εξίσωση $Q = \dots$ (10).

Τα σύμβολα στο δευτέρο μέρος τής εξίσωσης σημαίνουν, αντίστοιχα: _____ (11), _____ (12), _____ (13).

Το μαθηματικό αυτό συμπέρασμα είναι γνωστό ως νόμος τού _____ (14).

- 3.2 A)** Να εξηγήσετε τι εννοούμε με την έννοια βραχυκύκλωμα και ποιο μπορεί να είναι το αποτέλεσμα του.
B) Να εξηγήσετε με ποιο τρόπο προστατεύουμε τις συσκευές από βραχυκύκλωμα.
- 3.3** Να δείξετε ότι η ηλεκτρική ενέργεια $E_{\eta\lambda}$, που καταναλώνει μια συσκευή (καταναλωτής), μετατρέποντάς την σε ενέργεια άλλων μορφών, δίνεται από την εξίσωση: $E_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma} t$,
 όπου V_{σ} : η ηλεκτρική τάση στα άκρα τής συσκευής
 I_{σ} : η ένταση τού ηλεκτρικού ρεύματος που τη διαρρέει και
 t : η χρονική διάρκεια λειτουργίας τής
- 3.4** Να δείξετε ότι η ισχύς $P_{\eta\lambda}$ που καταναλώνει μια ηλεκτρική συσκευή δίνεται από την εξίσωση: $P_{\eta\lambda} = V_{\sigma} I_{\sigma}$
 όπου V_{σ} : η ηλεκτρική τάση στα άκρα τής συσκευής
 I_{σ} : η ένταση τού ηλεκτρικού ρεύματος που τη διαρρέει
- 3.5 A)** Να υπολογίσετε με πόσα τζάουλ (J) ισούται μία κιλοβατώρα (kWh) ηλεκτρικής ενέργειας.
B) Να υπολογίσετε πόσες κιλοβατώρες καταναλώνει μια συσκευή με ισχύ κατανάλωσης 100 W, όταν λειτουργεί για 10 h.
- 3.6** Μια μπαταρία συνδέεται –με τη βοήθεια αγωγών– στα άκρα ενός κινητήρα, ο οποίος αρχίζει να περιστρέφεται. Μετράμε ότι η ένταση τού ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα είναι $I = 2$ A και η ηλεκτρική τάση στους πόλους τής μπαταρίας είναι $V_{\mu} = 12$ V. Να ξανααναδιατυπώσετε όσες από τις παρακάτω προτάσεις, που αφορούν το κύκλωμα που περιγράψαμε, τις θεωρείτε επιστημονικά λανθασμένες, έτσι ώστε να είναι επιστημονικά ορθές.
A) Η ηλεκτρική τάση στα άκρα τού κινητήρα είναι $V_{\kappa} = 12$ V.
B) Τα άκρα τού αμπερομέτρου παρεμβάλλονται στο κύκλωμα, στο σημείο όπου θέλουμε να μετρήσουμε την ένταση τού ρεύματος.
Γ) Τα άκρα τού βολτομέτρου συνδέονται στα σημεία τού κυκλώματος, ανάμεσα στα οποία θέλουμε να μετρήσουμε την ηλεκτρική τάση.
Δ) Το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται κάθε 1 s από τη μπαταρία και από οποιαδήποτε διατομή των αγωγών τού κυκλώματος είναι 12 C.
Ε) Η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται σε κάθε 1 C ηλεκτρικού φορτίου, κάθε φορά που διέρχεται από τη μπαταρία, είναι 2 J.
Ζ) Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο κινητήρας κάθε 1 s είναι 6 J.
Η) Το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει στον κινητήρα ηλεκτρική ισχύ 12 W.
- 3.7** Ερώτηση 5 – σελ.84 σχολικού βιβλίου
3.8 Ερώτηση 10 – σελ.84 σχολικού βιβλίου
3.9 Άσκηση 1 – σελ.84 σχολικού βιβλίου
3.10 Άσκηση 6 – σελ.85 σχολικού βιβλίου
3.11 Άσκηση 7α,β,γ – σελ.85 σχολικού βιβλίου
3.12 Άσκηση 8 – σελ.85 σχολικού βιβλίου
3.13 Άσκηση 9 – σελ.85 σχολικού βιβλίου
3.14 Άσκηση 10α – σελ.86 σχολικού βιβλίου