

Κεφάλαιο 3 – Ηλεκτρική ενέργεια



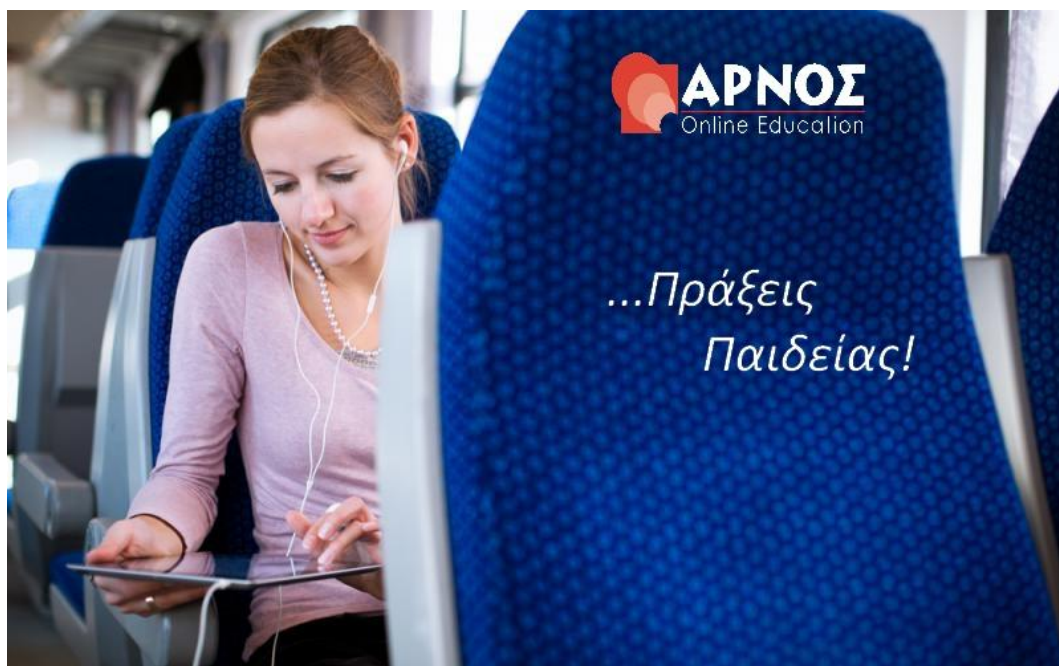
Φυσική Γ' Γυμνασίου

Απαντήσεις προβλημάτων σχολικού βιβλίου

σχ. βιβλίο (σ.σ. 65-86)

Φροντιστηριακό e-μάθημα

Γυμνάσιο: 9.000 μαθήματα με βίντεο-διδασκαλία



Μελέτη όπου, όποτε και όσο εσύ θες!



Διδάσκουμε μεθοδικά σε βίντεο τη θεωρία του σχολικού βιβλίου και λύνουμε όλες τις ασκήσεις

Δημιουργούμε συνεχώς νέα βίντεο με διδασκαλία για τις εκπαιδευτικές σου απαιτήσεις



Παίζουμε και μαθαίνουμε με on line test αξιολόγησης & SOS διαγωνίσματα προσομοίωσης για τις εξετάσεις

Λύνουμε απορίες ζωντανά on line καθημερινά 3 μ.μ. - 8 μ.μ.



Κεφάλαιο 3^ο – Ηλεκτρική ενέργεια [σσ. 65-86]

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις Φυσικής Γ' Γυμνασίου (σ.σ. 82-86)

Χρησιμοποίησε και εφάρμοσε τις έννοιες που έμαθες:

Θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

1. Συμπλήρωσε τις λέξεις που λείπουν από το παρακάτω κείμενο έτσι ώστε οι προτάσεις που προκύπτουν να είναι επιστημονικά ορθές:

α. Όταν από έναν αντιστάτη διέρχεται **ηλεκτρικό ρεύμα**, η θερμοκρασία του **αυξάνεται**. Η αύξηση αυτή συνδέεται με αύξηση της **θερμικής** ενέργειας του αντιστάτη. Επιπλέον όταν η **θερμοκρασία** του αντιστάτη γίνεται μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τότε ενέργεια (**θερμική**) θα μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο περιβάλλον του. Η ενέργεια αυτή προέρχεται από την **ηλεκτρική** ενέργεια.

β. Η αύξηση της **θερμικής** ενέργειας ενός αντιστάτη αντίστασης R , όταν από αυτόν διέρχεται **ηλεκτρικό ρεύμα** σταθερής έντασης (I) και επομένως η ποσότητα της **θερμότητας** Q που μεταφέρεται από αυτόν προς το περιβάλλον σε χρονικό διάστημα t είναι **ανάλογη**

i) του **τετραγώνου της εντάσης** του ηλεκτρικού ρεύματος (I) που διαρρέει τον αντιστάτη,
ii) της **αντίστασης** (R) του αντιστάτη και iii) του **χρόνου** (t) **διέλευσης** του ηλεκτρικού ρεύματος από τον αντιστάτη.

γ. Όταν από έναν μεταλλικό αγωγό διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα ένα μέρος της **κινητικής** ενέργειας των ελεύθερων ηλεκτρονίων μεταφέρεται στα **ιόντα** του μεταλλικού πλέγματος. Η άτακτη κίνηση όλων των δομικών λίθων του αγωγού γίνεται **εντονότερη**. Η **θερμική** ενέργεια του αγωγού και η **θερμοκρασία** του αυξάνονται. Η **κινητική** ενέργεια των ελεύθερων ηλεκτρονίων μειώνεται προσωρινά. Όμως, οι δυνάμεις του ηλεκτρικού πεδίου προκαλούν εκ νέου **αύξηση** της ταχύτητάς τους και αναπληρώνουν τη **χαμένη** ενέργειά τους.

Απολαύστε τη διδασκαλία στα βίντεο του www.arnos.gr

Κατανοείτε σε βάθος τη μεθοδολογία επίλυσης!

**Χημικά, μαγνητικά και βιολογικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος.
Ηλεκτρική και μηχανική ενέργεια.**

2. Συμπλήρωσε τις προτάσεις ώστε να είναι επιστημονικά ορθές:

α. Αιτία της ηλεκτρόλυσης είναι η διέλευση του **ηλεκτρικού ρεύματος** από το **ηλεκτρολυτικό** διάλυμα. Κατά την ηλεκτρόλυση η **ηλεκτρική** ενέργεια μετατρέπεται σε **χημική**.

β. Το ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί **μαγνητικό** πεδίο. Στο πεδίο αυτό **αποθηκεύεται** ενέργεια η οποία προέρχεται από την **ηλεκτρική** ενέργεια. Όταν ένας αγωγός βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο και τον διαρρέει **ηλεκτρικό** ρεύμα, τότε το πεδίο ασκεί **δύναμη** στον αγωγό.

γ. Οι ηλεκτροκινητήρες είναι μηχανές που μετατρέπουν την **ηλεκτρική** ενέργεια σε **κινητική** ενέργεια. Η λειτουργία τους στηρίζεται στο ότι το **μαγνητικό πεδίο** ασκεί δύναμη σ' έναν αγωγό από τον οποίο διέρχεται **ηλεκτρικό ρεύμα**.

δ. Οι γεννήτριες είναι μηχανές που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε **ηλεκτρική** ενέργεια.

Ενέργεια και ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος

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 **ενέργεια** η οποία 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** (t). Η ενέργεια αυτή **μετατρέπεται** σε ενέργεια άλλης μορφής.

Εφάρμοσε τις γνώσεις σου και γράψε τεκμηριωμένες απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν:

Θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

4. Να χαρακτηρίσεις με Σ τις προτάσεις των οποίων το περιεχόμενο είναι επιστημονικά ορθό και με Λ αυτές που το περιεχόμενο τους είναι επιστημονικά λανθασμένο.

ι. Βυθίζουμε έναν αντιστάτη από χαλκό σε νερό που βρίσκεται μέσα σε θερμικά μονωμένο δοχείο. Από τον αντιστάτη διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα, την ένταση του



οποίου ρυθμίζουμε με έναν ροοστάτη. Όταν από τον αντιστάτη διέρχεται ρεύμα έντασης 1 A, η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται από τους 20°C στους 22°C σε χρονικό διάστημα μισού λεπτού.

α. Σε χρονικό διάστημα δύο λεπτών η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται από τους 20°C στους 28°C. **Σ**

β. Αν μετακινήσουμε τον δρομέα του ροοστάτη και αυξήσουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε 2 A, τότε σε χρονικό διάστημα μισού λεπτού η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται από τους 20°C στους 24°C. **Λ**

γ. Αν αντικαταστήσουμε τον αντιστάτη με άλλον διπλάσιας αντίστασης και ρυθμίσουμε τον ροοστάτη έτσι ώστε η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει να είναι 1 A, σε χρονικό διάστημα μισού λεπτού η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται από τους 20°C στους 24°C. **Σ**

δ. Αν με τον αρχικό αντιστάτη ρυθμίσουμε την ένταση στα 0,5 A και θερμάνουμε το νερό για δύο λεπτά, η θερμοκρασία του θα αυξηθεί από τους 20°C στους 24°C. **Λ**

ii. Η αύξηση της θερμοκρασίας ενός μεταλλικού αγωγού, όταν από αυτόν διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα, οφείλεται τελικά:

- α. Στην αύξηση της κινητικής ενέργειας μόνο των ελεύθερων ηλεκτρονίων του. **Λ**
- β. Στην αύξηση της κινητικής ενέργειας μόνο των ιόντων του μεταλλικού πλέγματος. **Λ**
- γ. Στην προσανατολισμένη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων του. **Λ**
- δ. Στην αύξηση της κινητικής ενέργειας λόγω της άτακτης κίνησης των ελεύθερων ηλεκτρονίων του και των ιόντων του μεταλλικού πλέγματος. **Λ**

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;

Από τη στιγμή που ο αντιστάτης διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική και μπορεί να υπολογιστεί μέσω του νόμου του Τζάουλ, ο οποίος δίνεται από τη σχέση :

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

όπου I είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη, R είναι η αντίσταση του αντιστάτη και τέλος t είναι το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο αντιστάτης διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Από τα δεδομένα μας έχουμε ότι $I' = 2I$ και πως $t' = 2t$.

Επομένως η νέα θερμική ενέργεια (θερμότητα προς το περιβάλλον) που παράγεται θα ισούται με

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

δηλαδή είναι διπλάσια της αρχικής θερμότητας και είναι ίση με $Q' = 60 J$.

6. Με ποιον τρόπο προστατεύεται μια ηλεκτρική συσκευή με τη βοήθεια μιας τηκόμενης ασφάλειας;

Η λειτουργία των τηκόμενων ασφαλειών στηρίζεται στο φαινόμενο Τζάουλ και η κατασκευή τους είναι εξαιρετικά απλή: αποτελούνται από έναν αντιστάτη κατασκευασμένο από εύηκτο μέταλλο. Όταν η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διέρχεται από αυτόν ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή, η άνοδος της θερμοκρασίας του προκαλεί την τήξη του μετάλλου. Έτσι το κύκλωμα ανοίγει και το ηλεκτρικό ρεύμα διακόπτεται.

Ενέργεια και ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος

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:

Οι σχέσεις που θα μας βοηθήσουν να καταλήξουμε στο εάν οι προτάσεις είναι επιστημονικά σωστές ή λανθασμένες είναι οι σχέσεις της ηλεκτρικής ισχύς που καταναλώνει/μετασχηματίζει μια ηλεκτρική συσκευή: $P_{\eta\lambda} = V \cdot I$, όπου V η διαφορά δυναμικού που εφαρμόζεται στα άκρα της συσκευής και I η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που την διαρρέει.

Η δεύτερη σχέση που θα χρειαστούμε είναι η σχέση που συνδέει την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει η ηλεκτρική συσκευή και ισούται με: $E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t$, όπου $P_{\eta\lambda}$ είναι η ισχύς και t ο χρόνος λειτουργίας της ηλεκτρικής συσκευής.

α. Η μηχανική ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας είναι 0,5 W. Λ

Η μηχανική ισχύς δεν έχει μονάδα μέτρησης τα Watts

β. Στον κινητήρα μεταφέρεται ηλεκτρική ισχύς 0,5 W. Σ

$$P_{\eta\lambda} = V \cdot I = 5 \cdot 0,1 = 0,5W$$

γ. Ένα μέρος της ηλεκτρικής ισχύος που μεταφέρεται στον κινητήρα μετατρέπεται σε θερμικές απώλειες λόγω του φαινομένου Τζάουλ. Σ

δ. Κάθε δευτερόλεπτο 0,5 J ηλεκτρικής ενέργειας που μεταφέρεται από το ηλεκτρικό ρεύμα στον κινητήρα μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Λ

Αυτό δεν ισχύει καθώς ένα μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια και το υπόλοιπο είναι η απώλεια λόγω θερμικής ενέργειας.

ε. Η μηχανική ενέργεια που αποδίδει ο κινητήρας σε ένα λεπτό είναι μικρότερη των 30 J. **Σ**

Η ηλεκτρική ενέργεια είναι :

$$E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t = V \cdot I \cdot t = 5 \cdot 0,1 \cdot 60 = 30 \text{ J},$$

επομένως λόγω των απώλειων που θα υπάρχουν, η μηχανική ενέργεια θα είναι σίγουρα μικρότερη από 30 J.

- 8. Να περιγράψεις τις μετατροπές ή μεταφορές ενέργειας που συμβαίνουν σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που αποτελείται από μια μπαταρία και έναν αντιστάτη ο οποίος είναι βυθισμένος σε νερό που βρίσκεται μέσα σε θερμικά μονωμένο δοχείο.**

Επομένως έχουμε ότι η χημική ενέργεια της μπαταρίας μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του ηλεκτρικού κυκλώματος. Η ηλεκτρική αυτή ενέργεια καθώς διαρρέει τον αντιστάτη, μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, και καθώς ελευθερώνεται στο νερό (με την μορφή θερμότητας) έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση θερμοκρασίας του νερού. Από τη στιγμή που το κύκλωμα μας βρίσκεται βυθισμένο μέσα σε θερμικά μονωμένο δοχείο, αυτό σημαίνει πως το περιβάλλον δεν μπορεί να επηρεάσει εύκολα τη θερμοκρασία του νερού.

- 9. Να περιγράψεις τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν κατά τη λειτουργία του κινητήρα ενός ανελκυστήρα καθώς ανυψώνει τον θάλαμο από τον 1^ο στον 5^ο όροφο μιας πολυκατοικίας.**

Αρχικά όταν ο ανελκυστήρας είναι ακινητοποιημένος στον 1^ο όροφο, έχει βαρυτική δυναμική ενέργεια λόγω ύψους. Έπειτα καθώς διοχετεύουμε την ηλεκτρική ενέργεια (από τον παρόχο ηλεκτρισμού), η οποία με το που ξεκινάει να ανυψώνεται ο θάλαμος του ανελκυστήρα μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια και ταυτόχρονα αυξάνεται η αρχική βαρυτική δυναμική ενέργεια του.

Εάν κατά τη διάρκεια της ανύψωσης/κίνησης του θαλάμου του ανελκυστήρα η ταχύτητα παραμένει σταθερή, αυτό συνεπάγεται πως η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται μόνο σε βαρυτική δυναμική ενέργεια.

- 10. Μπορεί ένας κινητήρας να αποδίδει μηχανική ισχύ μεγαλύτερη από την ηλεκτρική ισχύ που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα σ' αυτόν; Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.**

Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας στο κινητήρα έχουμε ότι η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια και σε θερμική ενέργεια :

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

Για να βρούμε την ισχύ είτε την μηχανική είτε τη θερμική, πρέπει απλά να διαιρέσουμε την σχέση της διατήρησης της ενέργειας με το χρόνο t που λειτουργεί ο κινητήρας και έχουμε ότι :

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

όπου $P_{\eta\lambda}$ είναι η ηλεκτρική ισχύς, $P_{\mu\eta\chi}$ είναι η μηχανική ισχύς και $P_{\theta\epsilon\rho}$ η θερμική ισχύς.

Επομένως βλέπουμε πως δεν γίνεται ποτέ ένας κινητήρας να αποδίδει μηχανική ισχύ μεγαλύτερη από την ηλεκτρική ισχύ που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα σε αυτόν λόγω της ύπαρξης της θερμικής ισχύς (δημιουργία θερμικής ενέργειας κατά την διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα).

Απολαύστε τη διδασκαλία στα βίντεο του www.arnos.gr

Κατανοείτε σε βάθος τη μεθοδολογία επίλυσης!



...Πράξεις Παιδείας!

Λύσεις στις Ασκήσεις Φυσικής Γ' Γυμνασίου (σ. 84)

Για όλες τις ασκήσεις δίνεται η ειδική θερμότητα του νερού:

$$c = 4.200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \times ^\circ\text{C}}$$

Θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

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;

Η ένδειξη 12 V σημαίνει πως για να λειτουργεί κανονικά ο καταναλωτής η τάση που θα εφαρμόζεται στα άκρα του πρέπει να ισούται με 12 V. Εάν η τάση είναι μεγαλύτερη, ο καταναλωτής πιθανότατα θα καταστραφεί (θα καεί η αντίστασή του), ενώ εάν η τάση που εφαρμόζεται είναι μικρότερη ο καταναλωτής θα υπολειτουργεί.

Η ένδειξη 30 W σημαίνει πως όταν ο καταναλωτής λειτουργεί με τη προκαθορισμένη τάση των 12 V, τότε καταναλώνει ισχύ ίση με 30 W.

Για να υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει όταν εφαρμόσουμε στους πόλους του καταναλωτή τάση 12 V, έχουμε από τη σχέση της ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνεται :

$$P_{\eta\lambda} = V \cdot I \quad \Rightarrow \quad I = \frac{P_{\eta\lambda}}{V} = \frac{30}{12} = 2.5 \text{ A}$$

Επομένως η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος θα ισούται με $I = 2.5 \text{ A}$.

2. Τρεις ηλεκτρικές συσκευές, ένας αντιστάτης, ένας κινητήρας και ένας συσσωρευτής έχουν χαρακτηριστικά λειτουργίας (12 V, 6 W), (12 V, 30 W) και (12 V, 24 W) αντίστοιχα. Πώς πρέπει να τις συνδέσουμε με πηγή σταθερής τάσης 12 V, ώστε να λειτουργήσουν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή τους; Πόση είναι η ολική ηλεκτρική ισχύς που παρέχει τότε η ηλεκτρική πηγή και στις τρεις συσκευές;

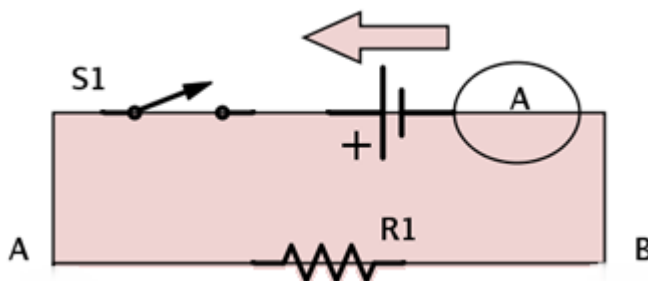
Οι προδιαγραφές του καταναλωτή και για τις τρεις συσκευές προαπαιτούν η τάση που εφαρμόζεται να είναι 12 V. Εφόσον θέλουμε και για τις τρεις συσκευές την ίδια τάση, πρέπει να τις συνδέσουμε παράλληλα με την ηλεκτρική πηγή τάσεως 12 V.

Εφόσον οι συσκευές θα λειτουργούν με τη τάση προδιαγραφών τους, η ηλεκτρική ισχύς που θα τους παρέχει η ηλεκτρική πηγή, θα ισούται με την συνολική ηλεκτρική ισχύ που θα καταναλώνουν ο αντιστάτης, ο κινητήρας και ο συσσωρευτής μαζί :

$$P = P_{αντ} + P_{κιν} + P_{κιν} = 6 + 30 + 24 = 60 \text{ W}$$

- 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;

α)



β) Την ένδειξη του αμπερόμετρου (A) μπορούμε να την βρούμε εφαρμόζοντας τον νόμο του Ωμ :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6}{6} = 1 \text{ A.}$$

γ) Η ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο περιβάλλον υπολογίζεται από το νόμο του Τζάουλ :

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t = 1 \cdot 6 \cdot 120 = 720 \text{ J}$$

(για να είμαστε σύμφωνοι με το SI σύστημα μονάδων μετατρέψαμε τα λεπτά σε δευτερόλεπτα)

δ) Η ηλεκτρική ενέργεια που προσδίδει η πηγή στον χρόνο των 120 s ισούται με :

$$E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t = V \cdot I \cdot t = 6 \cdot 1 \cdot 120 = 720 \text{ J}.$$

ε) Εάν η αντίσταση του αντιστάτη μειωθεί κατά το ήμισυ τότε, στον ίδιο χρόνο χρόνο (120 s) η ποσότητα της θερμότητας που θα μεταφερθεί στο περιβάλλον θα είναι η μισή. Επομένως για να μεταφερθεί το ίδιο ποσό θερμότητας στο περιβάλλον όπως με την αρχική αντίσταση θα πρέπει ο χρόνος λειτουργίας να διπλασιαστεί, δηλαδή $t' = 2t = 240 \text{ s}$.

στ) Η ηλεκτρική ενέργεια που προσδίδει η ηλεκτρική πηγή στο κύκλωμα ανα δευτερόλεπτο για την πρώτη περίπτωση ισούται με:

$$\frac{E_{\eta\lambda}}{t} = \frac{V \cdot I \cdot t}{t} = \frac{720}{1} = 720 \text{ J/s}$$

Για την δεύτερη περίπτωση, είδαμε πως η ποσότητα της θερμότητας που θα μεταφερθεί στο περιβάλλον θα είναι η μισή της αρχικής και έτσι έχουμε ότι :

$$\frac{E_{\eta\lambda'}}{t} = \frac{V \cdot I \cdot t}{t} = \frac{360}{1} = 360 \text{ J/s}$$

4. Διαθέτεις έναν αντιστάτη αντίστασης $R=12 \Omega$, μια ηλεκτρική πηγή σταθερής τάσης $V=6 \text{ V}$, καλώδια σύνδεσης, διακόπτη και ένα θερμικά μονωμένο δοχείο που περιέχει νερό μάζας $0,1 \text{ kg}$ αρχικής θερμοκρασίας 18°C .

α. Να σχεδιάσεις τη σχηματική αναπαράσταση της διάταξης που θα χρησιμοποιήσεις για να θερμάνεις το νερό.

β. Να υπολογίσεις την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη.

γ. Σε πόσο χρόνο η θερμοκρασία του νερού θα μεταβληθεί από τους 15°C στους 25°C ;



α)

β) Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη μπορούμε να την βρούμε εφαρμόζοντας τον νόμο του Ωμ :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6}{12} = 0,5 \text{ A.}$$

γ) Από τη στιγμή που το κύκλωμα μας βρίσκεται βυθισμένο μέσα σε θερμικά μονωμένο δοχείο, αυτό σημαίνει πως το περιβάλλον δεν μπορεί να επηρεάσει εύκολα τη θερμοκρασία του νερού. Για τον λόγο η θερμική ενέργεια του αντιστάτη που μεταφέρεται προς το περιβάλλον θα αυξήσει τη θερμοκρασία του νερού και θα έχουμε

$$Q_{αντ} = Q_{νερ}$$

Από τα δεδομένα της άσκησης έχουμε πως η αρχική θερμοκρασία είναι 18°C, όποτε θα χρειαστεί να περιμένουμε να μειωθεί η θερμοκρασία στους 15°C πρώτου αρχίσουμε τις μετρήσεις μας.

Η θερμική ενέργεια που παράγεται από τον αντιστάτη ισουται με :

$$Q_{αντ} = I^2 \cdot R \cdot t$$

ενώ για τό νερό γνωρίζουμε από την εξίσωση της θερμιδομετρίας ότι :

$$Q_{νερ} = m \cdot c \cdot \Delta\theta,$$

όπου $m=0,1$ kg η μάζα του νερού, $c = 4.200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \times ^\circ\text{C}}$ η ειδική του θερμότητα και $\Delta\theta=25-15=10^\circ\text{C}$ η διαφορά θερμοκρασίας του νερού πριν και μετά τη λειτουργία του αντιστάτη.

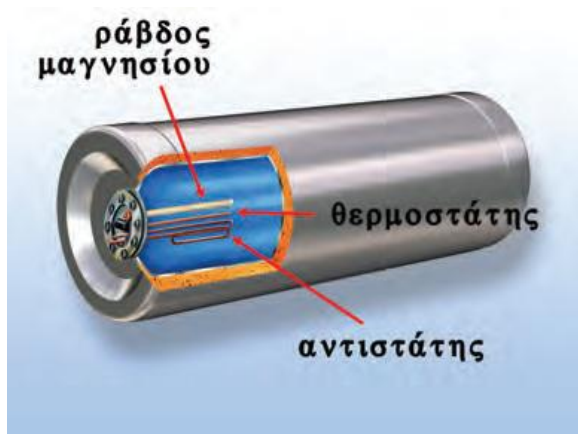
Για να βρούμε τον ζητούμενο χρόνο θα εξισώσουμε τις δύο σχέσεις και θα έχουμε :

$$I^2 \cdot R \cdot t = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad \Rightarrow \quad t = \frac{m \cdot c \cdot \Delta\theta}{I^2 \cdot R} = \frac{0,1 \cdot 4.200 \cdot 10}{0,5^2 \cdot 12} =$$

$$= \frac{4.200}{3} = 1400 \text{ sec}$$

Επομένως μετά από χρόνο $t = 1400 \text{ sec}$ η θερμότητα του αντιστάτη θα αύξησει τη θερμοκρασία του νερού από τους 15°C στους 25°C .

- 5. Ηλεκτρικός θερμοσίφωνας (εικόνα 3.13, σελ. 70) περιέχει νερό μάζας 10 kg, έχει αντιστάτη αντίστασης 60 Ω, ενώ το ηλεκτρικό ρεύμα που τον διαρρέει έχει ένταση 4 Α.**
- α. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα να υπολογίσεις την ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται στον θερμοσίφωνα σε χρόνο 2 min.**
- β. Αν γνωρίζεις ότι το 70% του ποσού της θερμότητας που μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο περιβάλλον απορροφάται από το νερό του θερμοσίφωνα, να υπολογίσεις την αύξηση της θερμικής ενέργειας και της θερμοκρασίας του νερού στα 2 min.**



Εικόνα 3.13

α) Η ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται στο θερμοσίφωνα σε χρόνο $t=2\text{min}=120\text{sec}$ υπολογίζεται από το νόμο του Τζάουλ :

$$Q_{\theta\epsilon\rho} = I^2 \cdot R \cdot t = 4^2 \cdot 60 \cdot 120 = 115200 \text{ J}$$

β) Εφόσον το 70% της ηλεκτρικής ενέργειας που μεταφέρεται στον αντιστάτη του θερμοσίφωνα απορροφάται από το νερό του θερμοσίφωνα, τόση θα είναι και η αύξηση της θερμικής ενέργειας του νερού, δηλαδή :

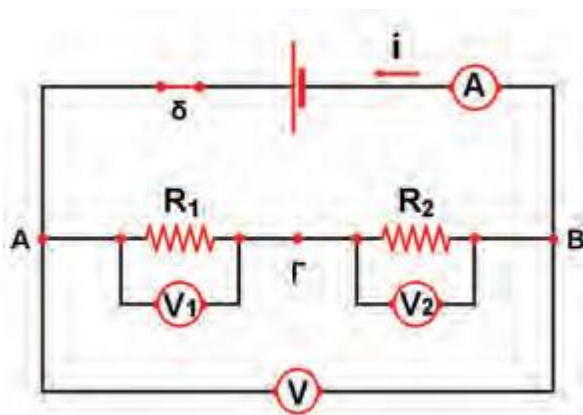
$$Q_{\nu\epsilon\rho} = 0,70 \cdot Q_{\theta\epsilon\rho} = 80640 \text{ J.}$$

Από τη σχέση της θερμιδομετρίας μπορούμε να υπολογίσουμε την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού :

$$Q_{\nu\epsilon\rho} = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad \Rightarrow \quad \Delta\theta = \frac{Q_{\nu\epsilon\rho}}{m \cdot c} = \frac{80640}{10 \cdot 4.200} = 1,92^\circ\text{C}$$

Επομένως η θερμοκρασία του νερού μέσα στο θερμοσίφωνα θα αυξηθεί κατά $\Delta\theta = 1,92^\circ\text{C}$ όταν "ανάψουμε" τον θερμοσίφωνα για δύο λεπτά.

6. Στο κύκλωμα της διπλανής εικόνας οι δύο αντιστάτες έχουν αντιστάσεις $R_1=20 \Omega$ και $R_2=40 \Omega$ αντίστοιχα. Μόλις κλείσουμε τον 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.



α) Το αμπερόμετρο (A) μετράει το ηλεκτρικό ρεύμα που διέρχεται από τη πηγή, μετά εισέρχεται στο σύστημα των αντιστάτων που βρίσκονται σε σειρά, εξέρχεται από το σύστημα των αντιστάτων και καταλήγει πάλι στη πηγή. Εφόσον οι αντιστάτες βρίσκονται σε σειρά ισχύει ότι :

$$I_{\pi\eta\gamma\eta\varsigma} = I_1 = I_2$$

και η ισοδύναμη συνολική αντίσταση του κυκλώματος θα ισούται με το άθροισμα των δύο αντιστάτων :

$$R_{o\lambda} = R_1 + R_2 = 60\Omega,$$

ενώ η τάση στα άκρα A, B ισούται με την τάση της πηγής 12 V.

Εφαρμόζοντας τον νόμο του Ωμ βρίσκουμε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος της πηγής που μετράει το αμπερόμετρο :

$$I_{\pi\eta\gamma\eta\varsigma} = \frac{V_{\pi\eta\gamma\eta\varsigma}}{R_{o\lambda}} = \frac{12}{60} = 0,2 \text{ A}.$$

β) Από το νόμο του Τζάουλ μπορούμε να υπολογίσουμε τη ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται από το κάθε αντιστάτη στο περιβαλλόν, μέσα σε χρονικό διάστημα $t = 2\text{min} = 120 \text{ s}$. Για τον πρώτο αντιστάτη έχουμε :

$$Q_1 = I^2 \cdot R_1 \cdot t = 0,2^2 \cdot 20 \cdot 120 = 96 \text{ J},$$

και αντίστοιχα για τον δεύτερο αντιστάτη έχουμε:

$$Q_2 = I^2 \cdot R_2 \cdot t = 0,2^2 \cdot 40 \cdot 120 = 192 \text{ J}$$

γ) Από τη στιγμή που στο κύκλωμα έχουμε μόνο τους δύο αντιστάτες, σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας η ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα μετατρέπεται σε θερμότητα στους αντιστάτες. Η ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται στο κύκλωμα ισούται λοιπόν με :

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

δ) Εάν διαιρέσουμε την παραγόμενη θερμότητα με τον αντίστοιχο χρόνο υπολογίζεται η παραγόμενη θερμότητα κάθε αντιστάτη ανά δευτερόλεπτο:

$$\frac{Q_1}{t} = \frac{96}{120} = 0,8 \text{ J/s}$$

για το πρώτο αντιστάτη, ενώ για το δεύτερο αντιστάτη έχουμε :

$$\frac{Q_2}{t} = \frac{192}{120} = 1,6 J/s$$

ε) Η ενέργεια που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα ανά δευτερόλεπτο, σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας ισούται με το αθροισμά της παραγόμενης θερμότητας ανά δευτερόλεπτό από τους δύο αντιστάτες :

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

Απολαύστε τη διδασκαλία στα βίντεο του www.arnos.gr

Κατανοείτε σε βάθος τη μεθοδολογία επίλυσης!



...Πράξεις Παιδείας!

Ενέργεια και ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος

7. 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.

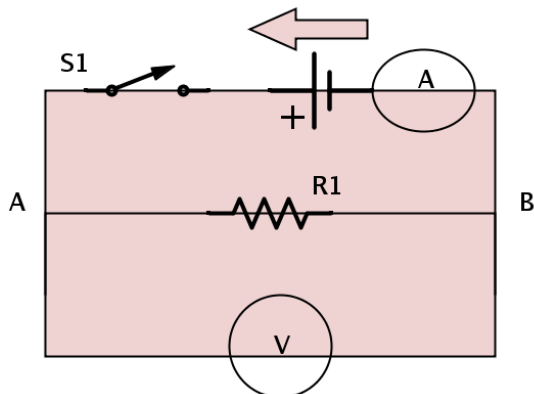
β. Αν η ένδειξη του αμπερόμετρου παραμένει σταθερή και ίση με $I=0,5\text{ A}$, να υπολογίσεις το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από την μπαταρία και από τον κινητήρα σε χρονικό διάστημα ενός λεπτού.

γ. Αν η ένδειξη του βολτόμετρου παραμένει σταθερή και είναι ίση με 6 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 kg σε ύψος 15 m; ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

α)



β) Το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται σε χρονικό διάστημα ενός λεπτού από τη μπαταρία και το κινητήρα μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος :

$$I = \frac{q}{t} \quad \Rightarrow \quad q = I \cdot t = 0.5 \cdot 60 = 30 \text{ C}.$$

γ) Όσα ηλεκτρόνια περάσουν από τη μπαταρία μέσα στο χρονικό διάστημα τους ενός λεπτού η μπαταρία θα τους προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια ίση με :

$$E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t = 6 \cdot 0.5 \cdot 60 = 180 \text{ J}.$$

(Η τάση στα άκρα του κινητήρα A,B είναι η ίδια με την τάση της πηγής.)

Επομένως η χημική ενέργεια που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια κατά το διάστημα ενός λεπτού ισούται με:

$$E_{\chi\eta\mu} = 180 \text{ J}.$$

δ) Εάν όλη η ενέργεια που προσδίδει η πηγή στο κύκλωμα μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια, τότε θα έπρεπε η βαρυτική δυναμική ενέργεια της πέτρας να είναι ίση ή και

μικρότερη της:

$$E_{\eta\lambda} = E_{\chi\eta\mu} = 180 \text{ J}$$

Η βαρυτική δυναμική ενέργεια υπολογίζεται από τη σχέση :

$$U = m \cdot g \cdot h = 1 \cdot 10 \cdot 15 = 150 J,$$

όπου m η μάζα της πέτρας, g η παγκόσμια σταθερά της βαρύτητας και h το ύψος ανύψωσης της πέτρας. Βλέπουμε δηλαδή πως η χημική ενέργεια της μπαταρίας επαρκεί για να λειτουργήσει σαν βαρυτική δυναμική ενέργεια και να υψωθεί η πέτρα στα 15m.

8. Συνδέουμε τους πόλους κινητήρα με ηλεκτρική πηγή σταθερής τάσης 12 V, οπότε η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει είναι 2 A. Ο κινητήρας αποδίδει σε ένα λεπτό μηχανική ενέργεια 1.000 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 υπολογίσεις την απόδοση του κινητήρα.

α) Η ηλεκτρική ισχύς που μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα στο κινητήρα ισούται με:

$$P_{\eta\lambda} = V \cdot I = 12 \cdot 2 = 24 W$$

β) Η σχέση μεταξύ ηλεκτρικής ενέργειας και ηλεκτρικής ισχύος είναι :

$$P_{\eta\lambda} = \frac{E_{\eta\lambda}}{t} \quad \Rightarrow \quad E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t = 24 \cdot 60 = 1440 J$$

γ) Ο κινητήρας κάθε λεπτό καταναλώνει $E_{\eta\lambda} = 1440 J$ και αποδίδει μηχανική ενέργεια $E_{\mu\eta\chi} = 1000 J$. Η ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται από τον κινητήρα στο περιβάλλον, ισούται με τη διαφορά της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας και της μηχανικής ενέργειας, δηλαδή $Q = 1440 - 1000 = 440 J$.

δ) Η απόδοση του κινητήρα υπολογίζεται από τον λόγο της μηχανικής ενέργειας ως προς την ηλεκτρική ενέργεια :

$$\alpha = \frac{E_{\mu\eta\chi}}{E_{\eta\lambda}} = \frac{1000}{1440} = 0.694$$

9. Σε κινητήρα που λειτουργεί υπό 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. Όταν ο κινητήρας λειτουργεί κάτω από αυτές τις συνθήκες, να υπολόγισεις:
- α. Την ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται στον κινητήρα όταν λειτουργεί επί δέκα λεπτά.
 - β. Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει.
 - γ. Τη μηχανική ισχύ που αποδίδει.
 - δ. Τη μηχανική ενέργεια που αποδίδει σε δέκα λεπτά λειτουργίας.
 - ε. Το μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που μεταφέρεται στο περιβάλλον με τη μορφή θερμότητας κάθε δευτερόλεπτο.
 - στ. Το μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας που μετατρέπεται σε θερμότητα και μεταφέρεται στο περιβάλλον σε δέκα λεπτά λειτουργίας.

α) Σε χρόνο $t = 10\text{min} = 600\text{ s}$ η ηλεκτρική ενέργεια που θα μεταφέρεται στο κινητήρα ισούται με :

$$E_{\eta\lambda} = P_{\eta\lambda} \cdot t = 600 \cdot 600 = 360.000\text{ J}$$

β) Από τη σχέση που μας δίνει την ισχύ, μπορούμε να υπολογίσουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα :

$$P_{\eta\lambda} = V \cdot I \longrightarrow I = \frac{P_{\eta\lambda}}{V} = \frac{600}{120} = 5\text{ A}.$$

γ) Εφόσον το 80% της ηλεκτρικής ισχύος μετατρέπεται σε μηχανική ισχύ, η ωφέλιμη μηχανική ισχύ που αποδίδει ο κινητήρας ισούται με:

$$P_{\mu\eta\chi} = 0.8 \cdot P_{\eta\lambda} = 0.8 \cdot 600 = 480\text{ W}.$$

δ) Η σχέση που μας δίνει τη μηχανική ενέργεια που αποδίδει ο κινητήρας στο χρονικό διάστημα των δέκα λεπτών είναι :

$$E_{\mu\eta\chi} = P_{\mu\eta\chi} \cdot t = 480 \cdot 600 = 288.000\text{ J}.$$

ε) Ο κινητήρας καταναλώνει σε ένα δευτερόλεπτο $P_{\eta\lambda} = 600\text{ J}$ ηλεκτρικής ενέργειας και αποδίδει $P_{\mu\eta\chi} = 480\text{ J}$, επομένως η ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται στο περιβάλλον ανά δευτερόλεπτο ισούται με :

$$\frac{Q}{t} = P_{\eta\lambda} - P_{\mu\eta\chi} = 600 - 480 = 120 \text{ J/sec.}$$

στ) Υπολογίσαμε πως ο κινητήρας σε χρονικό διάστημα δέκα λεπτών καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια $E_{\eta\lambda} = 360.000 \text{ J}$ και αποδίδει μηχανική ενέργεια $E_{\mu\eta\chi} = 288.000 \text{ J}$. Το μέρος της ενέργειας που μεταφέρεται σαν θερμότητα στο περιβάλλον ισούται με τη διαφορά των ενεργειών:

$$E_{\theta\epsilon\rho} = E_{\eta\lambda} - E_{\mu\eta\chi} = 72.000 \text{ J.}$$

10. Η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς που μπορεί να μεταφερθεί σ' έναν αντιστάτη αντίστασης 100Ω , 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) Αν συνδυάσουμε το νόμο του Ωμ και τη σχέση που μας δίνει την ηλεκτρική ισχύ του αντιστάτη έχουμε ότι η μέγιστη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος μπορεί να είναι :

$$I = \frac{V}{R} \quad \Rightarrow \quad V = I \cdot R$$

$$P = V \cdot I = I^2 \cdot R \quad \Rightarrow \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{4}{100}} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ A}$$

β) Η μέγιστη τιμή της ηλεκτρικής τάσης που μπορούμε να εφαρμοστεί στα άκρα του αντιστάτη υπολογίζεται πλέον :

$$V = I \cdot R = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ V}$$

Από το νόμο του Τζάουλ μπορούμε να υπολογίσουμε τη ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται από τον αντιστάτη στο περιβάλλον μέσα στο χρονικό διάστημα των δύο λεπτών:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t = 0,04 \cdot 100 \cdot 120 = 480 \text{ J}.$$

γ) Εάν εφαρμόσουμε νέα τάση $V' = 10 \text{ V}$ στα άκρα του αντιστάτη, η νέα ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος ισούται με :

$$I' = \frac{V'}{R} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ A}.$$

Η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα ανά δευτερόλεπτο ισούται με :

$$P' = V' \cdot I' = 10 \cdot 0,1 = 1 \text{ J/s}$$

Χρησιμοποιώντας πάλι το νόμο του Τζάουλ, βρίσκουμε τη ποσότητα της θερμότητας που μεταφέρεται στο περιβάλλον από τον αντιστάτη :

$$Q' = I'^2 \cdot R \cdot t = 0,1^2 \cdot 100 \cdot 120 = 120 \text{ J}.$$

Εφόσον μειώσαμε την τάση που εφαρμόζουμε στα άκρα του αντίστατη, η θερμότητα που μεταφέρεται στο περιβάλλον κατά το ίδιο χρονικό διάστημα είναι μικρότερη.

Απολαύστε τη διδασκαλία στα βίντεο του www.arnos.gr

Κατανοείτε σε βάθος τη μεθοδολογία επίλυσης!



...Πράξεις Παιδείας!

Επιμέλεια: Δρ. Νικόλαος Νικολουδάκης - Φυσικός



...Πράξεις Παιδείας!