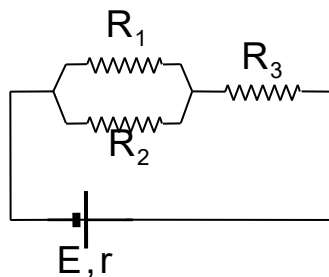


Φυσική Β' Λυκείου Γενικής Παιδείας
Ασκήσεις (τύπου ΘΕΜΑ Δ) στο κεφάλαιο 2

ΕΚΦΩΝΗΣΗ #1

Τρεις αντιστάτες (1), (2), (3), με αντιστάσεις $R_1 = 10 \Omega$, R_2 και R_3 αντίστοιχα, συνδέονται όπως φαίνεται στο σχήμα.

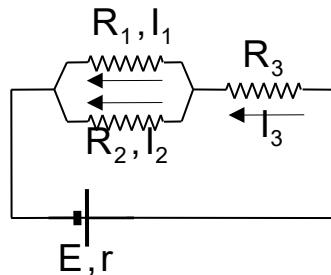


Το σύστημα των τριών αντιστατών τροφοδοτείται από ηλεκτρική πηγή συνεχούς τάσης, ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 66 \text{ V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 2 \Omega$.

Αν για τις εντάσεις των ηλεκτρικών ρευμάτων που διαρρέουν τους αντιστάτες (1) και (2) ισχύει: $I_1 = 2 \cdot I_2$ και για τις ηλεκτρικές τάσεις στα άκρα του αντιστάτη (3) και του αντιστάτη (1) η σχέση $V_3 = 2 \cdot V_1$,

Να απαντήσετε στα παρακάτω:

- A.** Να σχεδιάσετε τις φορές (συμβατικές) των ηλεκτρικών ρευμάτων που διαρρέουν όλους τους αντιστάτες του κυκλώματος και να υπολογίσετε την αντίσταση R_2 του αντιστάτη (2).
- B.** Να υπολογίσετε την ισοδύναμη αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.
- Γ.** Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει κάθε αντιστάτη του κυκλώματος.
- Δ.** Να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύεται στον αντιστάτη (1), στο ίδιο χρονικό διάστημα που η ηλεκτρική πηγή προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια 1980 J σε όλο το κύκλωμα.

ΛΥΣΗ

Α. Ισχύει: $V_1 = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$, $R_2 = 2 \cdot R_1 = 20 \Omega$.

Β. Ισχύει: $R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20}{3} \Omega$. Επίσης: $V_3 = 2 \cdot V_1$, $I_3 \cdot R_3 = 2 \cdot I_1 \cdot R_1$,

$$(I_1 + I_2) \cdot R_3 = 2 \cdot I_1 \cdot R_1, 3 \cdot I_2 \cdot R_3 = 4 \cdot I_2 \cdot R_1, R_3 = \frac{4}{3} \cdot R_1 = \frac{40}{3} \Omega$$

Έτσι: $R_{ολ}^{εξ} = R_{1,2} + R_3 = \frac{60}{3} \Omega = 20 \Omega$.

Γ. Για την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την ηλεκτρική πηγή ισχύει:

$$I = I_3 = \frac{E}{R_{ολ}^{εξ} + r} = \frac{66}{22} \text{ A} = 3 \text{ A}. I_3 = I_1 + I_2 = 2 \cdot I_2 + I_2 = 3 \cdot I_2, I_2 = \frac{I_3}{3} = 1 \text{ A} \text{ και } I_1 = 2 \cdot I_2 = 2 \text{ A}$$

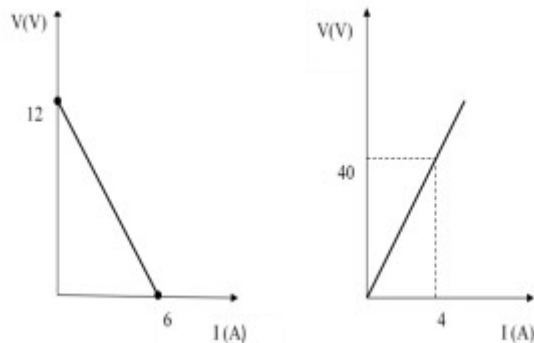
Δ. Σε χρόνο t η ηλεκτρική πηγή προσφέρει σε όλο το κύκλωμα ενέργεια:

$$W_{πηγ} = E \cdot I \cdot t, t = \frac{W_{πηγ}}{E \cdot I} = 10 \text{ s}. \text{ Στον ίδιο χρόνο, στον αντιστάτη αντίστασης } R_1$$

ελευθερώνεται θερμότητα $Q_1 = I_1^2 \cdot R_1 \cdot t = 400 \text{ J}$.

ΕΚΦΩΝΗΣΗ #2

Στα παρακάτω διαγράμματα παριστάνονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες μιας ηλεκτρικής πηγής συνεχούς ρεύματος και ενός μεταλλικού αγωγού αντίστασης R .



- A.** Αφού αναγνωρίσετε ποια καμπύλη αντιστοιχεί στην ηλεκτρική πηγή και ποια στον αντιστάτη, να βρείτε την αντίσταση R του μεταλλικού αγωγού και πόσο φορτίο περνάει από μια διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα $\Delta t=2$ min. Η διαφορά δυναμικού που εφαρμόζεται στα άκρα του αντιστάτη είναι $V=40$ V.
- B.** Την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής και την εσωτερική της αντίσταση.
- Γ.** Την πολική τάση της πηγής αφού συνδέσουμε στους πόλους της την αντίσταση R του μεταλλικού αγωγού. Να σχεδιάσετε το κλειστό κύκλωμα που δημιουργείται.
- Δ.** Την ισχύ της πηγής και την ισχύ που αποδίδει η πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα που δημιουργήσαμε στο ερώτημα **Γ**.

ΛΥΣΗ

A. Το δεύτερο διάγραμμα αντιστοιχεί στην χαρακτηριστική καμπύλη του αντιστάτη, οπότε:

$$R = \frac{V}{I} = 10 \ \Omega.$$

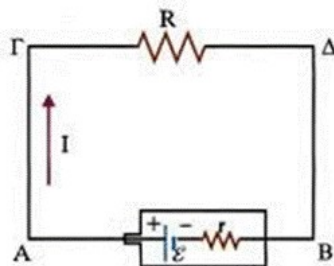
Επίσης: $Q = I \cdot \Delta t = 480 \text{ C}$

B. Το πρώτο διάγραμμα αντιστοιχεί στην χαρακτηριστική καμπύλη της πηγής, από το οποίο βρίσκουμε:

Ηλεκτρεγερτική δύναμη πηγής: $E = 12 \text{ V}$,

Ρεύμα βραχυκύκλωσης: $I_{\beta} = \frac{E}{r} \square r = \frac{E}{I_{\beta}} = \frac{12 \text{ V}}{6 \text{ A}} = 2 \ \Omega.$

Γ.



Ο νόμος του Ohm για το κλειστό κύκλωμα μας δίνει:

$$I = \frac{E}{R_{\text{ολ}}} = \frac{E}{R+r} = 1 \text{ A}$$

Η πολική τάση της πηγής ισούται με: $V_{\pi} = E - I \cdot r = 10 \text{ V}$

Δ. Η ισχύς της πηγής ισούται με: $P_{\pi} = E \cdot I = 12 \text{ W}$

Η ισχύς που αποδίδει η πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα είναι:

$$P_{\varepsilon\xi} = I^2 \cdot R = 10 \text{ W}, \text{ αλλιώς: } P_{\varepsilon\xi} = P_{\pi} - P_r = E \cdot I - I^2 \cdot r = 10 \text{ W}$$

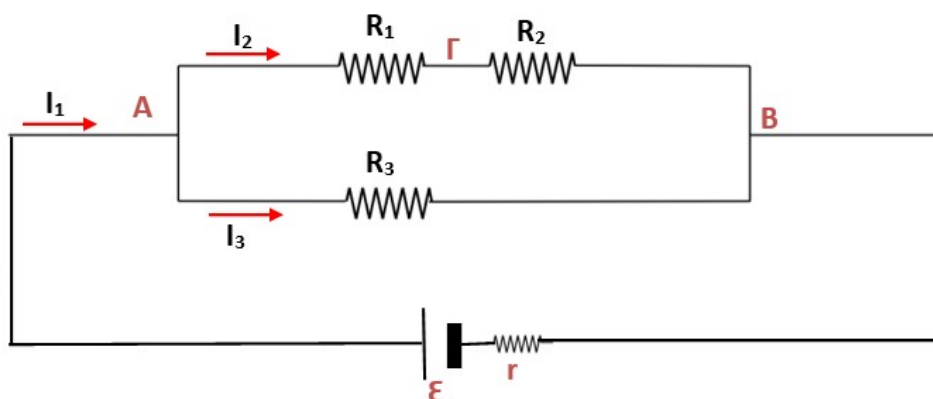
ΕΚΦΩΝΗΣΗ #3

Ηλεκτρική πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης \mathcal{E} και εσωτερικής αντίστασης $r = 2 \ \Omega$ συνδέεται στα άκρα A, B ενός συστήματος αντιστάτων με $R_1 = 5 \ \Omega$, $R_2 = 15 \ \Omega$ και $R_3 = 20 \ \Omega$. Οι αντιστάτες R_1 και R_2 είναι σε σειρά συνδεδεμένοι και παράλληλα σε αυτούς συνδέεται ο αντιστάτης R_3 . Η διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη R_1 δίνεται $V_{\text{ΑΓ}} = 5 \text{ V}$.

- A.** Να σχεδιάσετε το κύκλωμα και τα ρεύματα που το διαρρέουν.
- B.** Να υπολογίσετε τις τιμές των ρευμάτων που διαρρέουν τους κλάδους του κυκλώματος.
- Γ.** Να υπολογίσετε την πολική τάση και την ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής.
- Δ.** Αν διαθέτουμε βολτόμετρο εσωτερικής αντίστασης $r_V = 100 \ \Omega$, να σχεδιάσετε τον τρόπο που θα το συνδέατε στο κύκλωμα για να μετρήσετε την πολική τάση. Θα επηρεαστούν οι τιμές των ρευμάτων που υπολογίσατε στο ερώτημα **B** με την παρουσία του βολτομέτρου; (Να απαντήσετε ποιοτικά – χωρίς μαθηματικούς υπολογισμούς)

ΛΥΣΗ

- A.** Το κύκλωμα είναι:



Β. Εφαρμόζουμε το νόμο του Ohm για τον αντιστάτη R_1 :

$$I_2 = \frac{V_{ΑΓ}}{R_1} = \frac{5 \text{ V}}{5 \text{ } \Omega} = 1 \text{ A}$$

Άρα για την διαφορά δυναμικού στα σημεία A και B θα είναι:

$$V_{AB} = I_2 \cdot (R_1 + R_2) = 1 \text{ A} \cdot 20 \text{ } \Omega = 20 \text{ V}$$

Οπότε για το ρεύμα που διαρρέει την R_3 ισχύει:

$$I_3 = \frac{V_{AB}}{R_3} = \frac{20 \text{ V}}{20 \text{ } \Omega} = 1 \text{ A}$$

Και τελικά από 1^ο κανόνα Kirchhoff :

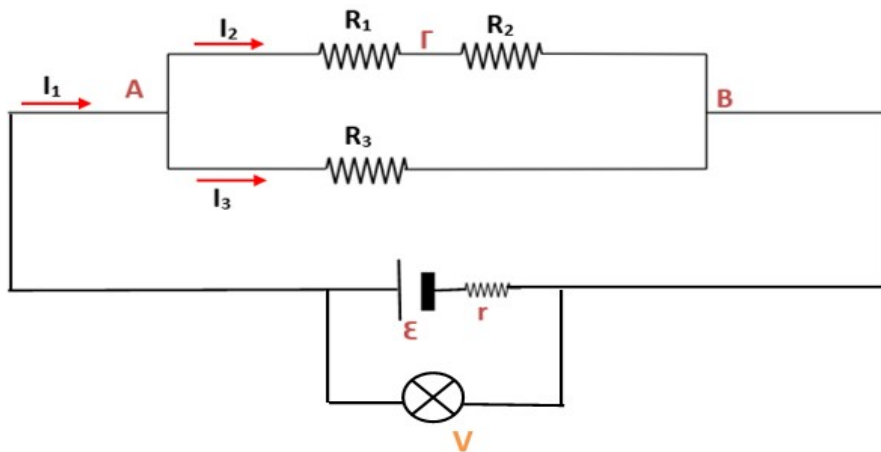
$$I_1 = I_2 + I_3 = 1 \text{ A} + 1 \text{ A} = 2 \text{ A}$$

Γ. Η πολική τάση είναι : $V_{\pi} = V_{AB} = 20 \text{ V}$.

Για την ηλεκτρεγερτική δύναμη ισχύει:

$$\mathcal{E} = V_{\pi} + I_1 \cdot r = 20 \text{ V} + 2 \text{ A} \cdot 2 \text{ } \Omega = 24 \text{ V}$$

Δ. Το βολτόμετρο θα συνδεθεί παράλληλα στους πόλους της πηγής, όπως φαίνεται στο σχήμα:



Επειδή το βολτόμετρο έχει πεπερασμένη εσωτερική αντίσταση ($r_V = 100 \text{ V}$) και άρα δεν είναι ιδανικό, θα μεταβάλλει τις τιμές των ρευμάτων του κυκλώματος που υπολογίστηκαν στο ερώτημα Β.

ΕΚΦΩΝΗΣΗ #4

Σε μία ομάδα μαθητών της Β' Λυκείου δίνονται από τον καθηγητή της Φυσικής δύο λαμπτήρες Λ_1, Λ_2 της ίδιας ισχύος κανονικής λειτουργίας $P_1 = P_2 = 12 \text{ W}$ αλλά διαφορετικής τάσης λειτουργίας $V_1 = 12 \text{ V}$ και $V_2 = 6 \text{ V}$ αντίστοιχα. Επίσης δίνεται στους μαθητές μια ηλεκτρική πηγή (συστοιχία μπαταριών) άγνωστης ΗΕΔ \mathcal{E} και εσωτερικής αντίστασης $r = 6 \text{ }\Omega$. Οι μαθητές συνδέουν διαδοχικά τον πρώτο λαμπτήρα στους πόλους της πηγής και με τη βοήθεια ενός βολτομέτρου (που θεωρείται ιδανικό) μετρούν την τάση στα άκρα του λαμπτήρα. Στη συνέχεια συνδέουν μόνο τον δεύτερο λαμπτήρα με την πηγή και μετρούν πάλι την τάση στα άκρα του λαμπτήρα. Διαπιστώνουν ότι και οι δύο λειτουργούν κανονικά (Οι λαμπτήρες λειτουργούν κανονικά εφόσον η τάση στα άκρα τους είναι ίση με την τάση κανονικής λειτουργίας). Θεωρούμε ότι οι λαμπτήρες συμπεριφέρονται σαν ωμικοί αντιστάτες.

A. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον λαμπτήρα Λ_1 , όταν συνδέεται στους πόλους της πηγής, καθώς και την αντίσταση του λαμπτήρα Λ_2 .

B. Να υπολογίσετε την ΗΕΔ \mathcal{E} της πηγής.

Γ. Να υπολογίσετε τον συνολικό ρυθμό (ισχύς) με τον οποίο παρέχει ηλεκτρική ενέργεια η πηγή στο κύκλωμα, στην περίπτωση που συνδέεται με τον λαμπτήρα Λ_1 και στην περίπτωση που συνδέεται με το λαμπτήρα Λ_2 .

Δ. Με δεδομένη την απάντησή σας στο προηγούμενο ερώτημα και την υπόθεση ότι και οι δύο λαμπτήρες όταν λειτουργούν κανονικά φεγγοβολούν το ίδιο, επιλέξτε έναν από τους δύο λαμπτήρες που θα χρησιμοποιούσατε μαζί με την ηλεκτρική πηγή προκειμένου να

φτιάξετε έναν αυτοσχέδιο φακό για μια νυχτερινή εκδρομή στη φύση. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

ΛΥΣΗ

A. Εφόσον ο λαμπτήρας Λ_1 λειτουργεί κανονικά, η τάση στα άκρα του είναι ίση με V_1 . Επομένως η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει είναι:

$$P_1 = V_1 I_1 \quad \text{ή} \quad I_1 = \frac{P_1}{V_1} \quad \text{ή} \quad I_1 = \frac{12}{12} \text{ A} \quad \text{ή} \quad I_1 = 1 \text{ A}$$

Όμοια ακριβώς και για τον δεύτερο λαμπτήρα Λ_2

$$P_2 = V_2 I_2 \quad \text{ή} \quad I_2 = \frac{P_2}{V_2} \quad \text{ή} \quad I_2 = \frac{12}{6} \text{ A} \quad \text{ή} \quad I_2 = 2 \text{ A}$$

και σύμφωνα με το νόμο του Ohm $R_2 = \frac{V_2}{I_2}$ ή $R_2 = 3 \Omega$

B. Η τάση στους πόλους της πηγής είναι ίση με την τάση στα άκρα του λαμπτήρα. Γνωρίζουμε ότι η πολική τάση για τον κάθε λαμπτήρα ξεχωριστά είναι:

$$V_{1\pi} = V_1 = \varepsilon - I_1 r \quad \text{ή} \quad 12 \text{ V} = \varepsilon - 6 \text{ V} \quad \text{ή} \quad \varepsilon = 18 \text{ V}$$

Γ. Η ισχύς που αποδίδει η πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα είναι κάθε φορά:

$$P = \varepsilon I \quad \text{ή} \quad P_{1\pi} = \varepsilon I_1 \quad \text{ή} \quad P_{1\pi\text{πηγής}} = 18 \text{ W}$$

$$P = \varepsilon I \quad \text{ή} \quad P_{2\pi} = \varepsilon I_2 \quad \text{ή} \quad P_{2\pi\text{πηγής}} = 36 \text{ W}$$

Δ. Ο λαμπτήρας που θα επιλέξουμε για την κατασκευή ενός αυτοσχέδιου μηχανισμού φωτεινής πηγής (φακός) είναι εκείνος όπου θα παρέχει την ίδια φωτεινότητα με τον άλλο για περισσότερο όμως χρόνο.

Και οι δύο λαμπτήρες όταν λειτουργούν κανονικά, παρέχουν την ίδια φωτεινότητα. Ο ρυθμός όμως που προσφέρεται ενέργεια από την πηγή (Ισχύς πηγής) είναι διαφορετικός για κάθε λαμπτήρα. Από τον ορισμό της ισχύος:

$$\text{Ισχύς πηγής} = \frac{\text{Ηλεκτρική Ενέργεια}}{\text{χρόνος}} \quad \text{ή} \quad P_{\text{πηγής}} = \frac{W_{\text{πηγής}}}{t}$$

$$\text{Οπότε: } P_{1\text{πηγής}} < P_{2\text{πηγής}}, \quad \text{ή} \quad \frac{W_{1\text{πηγής}}}{t} < \frac{W_{2\text{πηγής}}}{t} \quad \text{ή} \quad W_{1\text{πηγής}} < W_{2\text{πηγής}}.$$

Αυτό σημαίνει ότι ο πρώτος λαμπτήρας καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από την ηλεκτρική πηγή, σε σχέση με τον δεύτερο, για το ίδιο χρονικό διάστημα.

Επιλέγουμε λοιπόν τον λαμπτήρα Λ1 για εξοικονόμηση ενέργειας και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας.