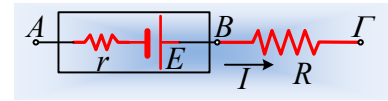


Μια ηλεκτρική πηγή σε ένα τμήμα κυκλώματος.

Στο διπλανό σχήμα δίνεται ένα τμήμα ενός κυκλώματος που διαρρέεται από συνεχές ρεύμα έντασης $I=2A$. Η πηγή έχει ΗΕΔ $E=20V$ και εσωτερική αντίσταση $r=2\Omega$. Ο αντιστάτης έχει αντίσταση $R=5\Omega$.



- i) Να βρεθεί η ισχύς της πηγής, καθώς και ο ρυθμός με τον οποίο παρέχει η πηγή ενέργεια στο εξωτερικό κύκλωμα.
- ii) Με βάση τη συμβατική φορά του ρεύματος, ας υποθέσουμε ότι ένα θετικό φορτίο $q_1=2C$, μεταφέρεται από το A στο B. Να υπολογιστεί η ενέργεια που παίρνει το φορτίο από την πηγή, καθώς και η αύξηση της δυναμικής του ενέργειας κατά τη μετάβαση από το A στο B.
- iii) Στην πραγματικότητα βέβαια τα φορτία που κινούνται στο κύκλωμα είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Ας πάρουμε λοιπόν ένα φορτίο $q_2=-2C$ το οποίο μεταφέρεται από το B στο A. Να υπολογιστεί η μεταβολή της δυναμικής του ενέργειας κατά την παραπάνω μετακίνηση.
- iv) Να υπολογιστεί η ισχύς την οποία μεταφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα, στο τμήμα ΑΓ.

Απάντηση:

- i) Η ισχύς της πηγής είναι:

$$P_E = EI = 20V \cdot 2A = 40W$$

Ένα μέρος από την παραπάνω ενέργεια που παίρνει το ηλεκτρικό ρεύμα από την πηγή, την αποδίδει στην εσωτερική αντίσταση της πηγής, όπου εκλύεται θερμότητα. Έτσι η ενέργεια που αποδίδεται στο εξωτερικό κύκλωμα, στη μονάδα του χρόνου, είναι:

$$P_{εξ} = V_{\text{πολ}} \cdot I = (E - Ir) \cdot I = EI - I^2 r \rightarrow$$

$$P_{εξ} = EI - I^2 r = 20 \cdot 2W - 2^2 \cdot 2W = 32W$$

- ii) Από τον ορισμό της ΗΕΔ της πηγής έχουμε:

$$P_E = \frac{W}{q_1} \rightarrow W = Eq_1 = 20V \cdot 2C = 40J$$

Κατά το πέρασμα του φορτίου αυτού από την πηγή, δηλαδή κατά την μετακίνησή του από το A στο B, η δυναμική του ενέργεια μεταβάλλεται κατά:

$$\Delta U_1 = U_B - U_A = q_1 V_B - q_1 V_A = q_1 (V_B - V_A) = q_1 V_{\text{πολ}} \quad (1)$$

Όπου $V_{\text{πολ}} = E - Ir = 20V - 2 \cdot 2V = 16V$, οπότε:

$$\Delta U_1 = q_1 V_{\text{πολ}} = 2C \cdot 16V = 32J$$

- iii) Η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας του φορτίου q_2 κατά τη μετάβασή του από το B στο A είναι ίση:

$$\Delta U_2 = U_A - U_B = q_2 V_A - q_2 V_B = q_2 (V_A - V_B) = q_2 (-V_{\text{πολ}}) = -q_2 V_{\text{πολ}} \rightarrow$$

$$\Delta U_2 = -q_2 V_{\text{πολ}} = -(-2C) \cdot 16V = 32J$$

iv) Η ισχύς του ρεύματος στο τμήμα ΑΓ (ο ρυθμός με τον οποίο το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρει ενέργεια στο τμήμα ΑΓ του κυκλώματος) είναι:

$$P_{AG} = V_{AG} \cdot I$$

$$\text{Αλλά } V_{AG} = V_{AB} + V_{BG} = -V_{BA} + V_{BG} = -V_{\text{πολ}} + IR = -16V + 2 \cdot 5V = -6V$$

Οπότε:

$$P_{AG} = V_{AG} \cdot I = -6 \cdot 2W = -12W$$

Σχόλια

- Στα δύο πρώτα ερωτήματα, δεν είναι καθόλου τυχαία η αριθμητική ισότητα των αποτελεσμάτων. Όταν μιλάμε για ένταση ρεύματος 2 A, εννοούμε ότι φορτίο 2C διέρχεται ανά δευτερόλεπτο από κάθε διατομή του αγωγού. Έτσι όταν βρίσκουμε ότι η πηγή δίνει ενέργεια 40J στο φορτίο των 2C, στην πραγματικότητα δίνει ενέργεια 40J στο δευτερόλεπτο, οπότε η ισχύς της είναι 40W.
- Όταν ένα φορτίο περνάει από την πηγή, κερδίζει ενέργεια. Αυτό συμβαίνει είτε θεωρούμε ότι μετακινείται θετικό φορτίο, είτε αρνητικό. Προσέξτε τα αποτελέσματα για τα φορτία q_1 και q_2 .
- Στο τελευταίο ερώτημα η ισχύς του ρεύματος προέκυψε αρνητική. Αυτό σημαίνει ότι το ηλεκτρικό ρεύμα ΔΕΝ δίνει ενέργεια στο τμήμα ΑΓ, αλλά παίρνει ενέργεια από αυτό. Αν προσέξουμε τα αποτελέσματα βλέπουμε ότι το δυναμικό στο Α είναι μικρότερο από το αντίστοιχο δυναμικό στο Γ, πράγμα που σημαίνει ότι κερδίζει ενέργεια κατά τη μετάβασή του από το Α στο Γ.

dmargaris@gmail.com