



## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Ένα κύκλωμα αποτελείται από ηλεκτρική πηγή, από αντιστάτες και από καλώδια σύνδεσης. Να αποδείξετε θεωρητικά ότι η ένταση του ρεύματος έχει σε κάθε σημείο την ίδια τιμή. Τι θα κάνετε, για να επιβεβαιώσετε το γεγονός αυτό και πειραματικά;
2. Η ηλεκτρονική δέσμη μιας συσκευής τηλεόρασης επιταχύνεται μεταξύ δύο σημείων της διαδρομής της. Να εξετάσετε εάν η ένταση του ρεύματος έχει την ίδια τιμή σε κάθε σημείο της διαδρομής.
3. Στο σχήμα φαίνονται δύο μεταλλικοί αντιστάτες, που διαρρέονται από ρεύμα. Τα εμβαδά διατομής τους είναι διαφορετικά. Να συγκρίνετε:  
Α. Τις τιμές της έντασης του ρεύματος στα δύο τμήματα.  
Β. Τις τιμές της μέσης ταχύτητας των ηλεκτρονίων στα δύο τμήματα.
4. Να συγκρίνετε την ταχύτητα των ελεύθερων ηλεκτρονίων του ρεύματος που διαρρέει μια συνηθισμένη οικιακή συσκευή με την ταχύτητα των επόμενων:  
Α. Ταχύτητα του φωτός.  
Β. Ταχύτητα πυραύλου.  
Γ. Ταχύτητα αεριωθουμένου.  
Δ. Ταχύτητα αυτοκινήτου.  
Ε. Ταχύτητα πλοίου  
ΣΤ. Ταχύτητα κανονικού βαδίσματος ανθρώπου.  
Ζ. Ταχύτητα χελώνας.
5. Όταν “ανάβουμε” το φως σε ένα δωμάτιο πιέζοντας τον κατάλληλο διακόπτη (κλείνουμε το κύκλωμα), η λάμπα φωτοβολεί σχεδόν ακαριαία.. Πώς το εξηγείτε αυτό;
6. Να κρίνετε τις επόμενες φράσεις:  
Α. Τα ηλεκτρόνια κινούνται αυτομάτως από υψηλά δυναμικά προς χαμηλά δυναμικά.  
Β. Το σημείο εισόδου του συμβατικού ρεύματος σε έναν αντιστάτη βρίσκεται σε χαμηλό δυναμικό σε σχέση με το σημείο εξόδου του ρεύματος.  
Γ. Τα αμπερόμετρα πρέπει να έχουν μεγάλη αντίσταση και να συνδέονται “παράλληλα” στα κυκλώματα.  
Δ. Η αντίσταση των μεταλλικών αντιστατών ελαττώνεται, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία τους.



7. Να κάνετε τις κατάλληλες αντιστοιχίσεις :
- |                      |           |
|----------------------|-----------|
| A. Ένταση ρεύματος   | α. 1 Volt |
| B. Αντίσταση αγωγού  | β. 1 A    |
| Γ. Διαφορά δυναμικού | γ. 1Ω     |
| Δ. ΗΕΔ πηγής         | δ. 1 W    |
| E. Πολική τάση πηγής | ε. 1 J    |
- Στ. Ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος  
Ζ. Ηλεκτρική ενέργεια  
Θ. Εσωτερική αντίσταση πηγής.
8. Ένας σπουδαστής των ΤΕΕ, πειραματιζόμενος με δύο αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1 = 10\Omega$  και  $R_2 = 20\Omega$ , πήρε για την αντίσταση του ισοδύναμου, σε σειρά, αντιστάτη την τιμή  $15\Omega$ . Να εξετάσετε εάν είναι σωστή η μέτρησή του.
9. Να κάνετε τις κατάλληλες αντιστοιχίσεις:
- |                      |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| A. Αντιστάτης        | α. Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος |
| B. Αμπερόμετρο       | β. Βολτόμετρο                 |
| Γ. Διαφορά δυναμικού | γ. Αντίσταση                  |
| Δ. Ηλεκτρική πηγή    | δ. Νόμος του Joule            |
| E. Θερμότητα         | ε. Ηλεκτρική ενέργεια         |
10. Σπουδαστής των ΤΕΕ πειραματιζόταν με δύο αντιστάτες. Οι τιμές που μπόρεσε να πάρει ήταν  $2\Omega$ ,  $3\Omega$ ,  $6\Omega$ ,  $9\Omega$ . Ποιες ήταν οι αντιστάσεις των αντιστατών; Η απάντηση να δοθεί με την παρατήρηση των αριθμών.
11. Σπουδαστής των ΤΕΕ πειραματίζεται με τρεις διαφορετικούς αντιστάτες. Πόσες δυνατές τιμές για την αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη μπορεί να πάρει; Δεν υπάρχει περιορισμός στον τρόπο που χρησιμοποιεί τους αντιστάτες.
12. Σας δίνουν 10 αντιστάτες, που ο καθένας έχει αντίσταση  $1\Omega$ . Πώς θα τους συνδέσετε, ώστε ο ισοδύναμος αντιστάτης να έχει αντίσταση  $5,2\Omega$ . Ποια είναι η μικρότερη και ποια η μεγαλύτερη τιμή για την αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη που μπορεί να προκύψει από τη σύνδεση των 10 αντιστατών:
13. Να συμπληρώσετε τα κενά στο επόμενο κείμενο:  
 “ Για δοσμένο αντιστάτη.....που τον διαρρέει είναι ανάλυση της .....που υπάρχει στα άκρα του. Η αντίσταση των μεταλλικών αντιστατών.....όταν αυξάνεται η θερμοκρασία τους. Όταν συνδέουμε αντιστάτες παράλληλα, η αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη είναι .....και από την .....αντίσταση. Σε κάθε ηλεκτροχημική πηγή μετατρέπεται.....ενέργεια σε .....
14. Σπουδαστής των ΤΕΕ έκανε τις γραφικές παραστάσεις του νόμου του Ohm για δύο διαφορετικούς αντιστάτες. Οι γραφικές παραστάσεις απεικονίζονται στο απέναντι σχήμα. Να διακρίνετε ποιος από τους δύο αντι-

- στάτες έχει μεγαλύτερη αντίσταση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
15. Η τιμή της ΗΕΔ μιας ηλεκτρικής πηγής εξαρτάται:
    - Α. Από τον κατασκευαστή της.
    - Β. Από την ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει.
    - Γ. Από την αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος.
    - Δ. Από την εσωτερική αντίστασή της.
  16. Ο ρόλος μιας τηκόμενης ασφάλειας σε ένα κύκλωμα είναι:
    - Α. Να περιορίζει την ένταση του ρεύματος.
    - Β. Να καταστρέφεται, όταν η ένταση του ρεύματος υπερβεί μια ορισμένη τιμή.
    - Γ. Να αυξάνει την αντίστασή της, όταν αυξάνεται η ένταση του ρεύματος.
    - Δ. Να παρέχει θερμότητα στο κύκλωμα.
  17. Πώς είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο που διατρέχει μια πόλη οι διάφοροι καταναλωτές; Γιατί στις ώρες της αιχμής της κατανάλωσης η φωτοβολία των λαμπτήρων ελαττώνεται;
  18. Συνδέουμε τους πόλους ηλεκτρικής πηγής με ΗΕΔ  $E$  και εσωτερική αντίσταση  $r$  με αγωγό ο οποίος δεν έχει αντίσταση. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος το οποίο διαρρέει την πηγή και την πολική τάση της. Τι ενεργειακές μετατροπές έχουμε σε αυτό το κύκλωμα;
  19. Να υπολογίσετε τις ενδείξεις των τριών βολτομέτρων στο απέναντι κύκλωμα όταν:
    - Α. Ο διακόπτης  $\delta$  είναι ανοιχτός
    - Β. Ο διακόπτης  $\delta$  είναι κλειστός.
 Η πηγή έχει ΗΕΔ  $E = 10\text{V}$  και  $r=1\Omega$   
 Ο αντιστάτης έχει αντίσταση  $R=4\Omega$ .

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Αντιστάτης έχει αντίσταση  $R=10\Omega$  και διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I=10A$ .  
Α. Πόσο φορτίο περνάει από διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα  $t=4min$ .;  
Β. Πόσα ηλεκτρόνια πέρασαν στο ίδιο χρονικό διάστημα από την διατομή του αγωγού;
2. Ένα φορητό CD έχει σχεδιαστεί, για να δουλεύει 2h τροφοδοτούμενο από μπαταρία. Εάν το φορτίο που παρέχει η μπαταρία είναι 180 C, να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος, όταν δουλεύει το CD.
3. Η αντίσταση του αντιστάτη μιας τοστιέρας είναι  $R=14\Omega$ . Η τοστιέρα τροφοδοτείται από τάση  $V=220 V$ . Να υπολογίσετε:  
Α. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την τοστιέρα  
Β. Το φορτίο που περνάει από διατομή του σύρματος του αντιστάτη σε χρονικό διάστημα  $t=5min$ .
4. Μια μπαταρία φέρει γραμμένη πάνω της την ένδειξη 220 Ah (αμπερώρια).  
Α. Τι σημαίνει αυτή η ένδειξη;  
Β. Πόση είναι η μέγιστη τιμή της έντασης του ρεύματος που μπορεί να παράσχει αυτή η μπαταρία για χρονικό διάστημα 38min;
5. Μια δέσμη πρωτονίων ενός επιταχυντή κινείται προς το στόχο. Η δέσμη αποτελεί ρεύμα, του οποίου η ένταση είναι  $I=0,5\mu A$ . Να υπολογίσετε:  
Α. Τον αριθμό των πρωτονίων τα οποία χτυπούν στο στόχο σε χρονικό διάστημα  $t=25s$ .  
Β. Κάθε πρωτόνιο έχει κινητική ενέργεια  $K=4,9 \times 10^{-12}J$ . Να υποθέσετε ότι ο στόχος είναι ένα κομμάτι από αλουμίνιο μάζας  $m=15g$ . Να υπολογίσετε την μεταβολή της θερμοκρασίας του αλουμινίου, υποθέτοντας ότι όλη η ενέργεια της δέσμης χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του μετάλλου.
6. Σε ποια θερμοκρασία η αντίσταση χάλκινου σύρματος γίνεται διπλάσια της αντίστασής του στους 0 °C; Ισχύει το ίδιο για όλα τα χάλκινα σύρματα αναξαρτητα από τις διαστάσεις τους; Ισχύει το ίδιο για όλα τα σύρματα; Θα υποθέσετε ότι η μεταβολή της θερμοκρασίας δεν επηρεάζει τις διαστάσεις των συρμάτων  $\alpha_{Cu}=3,9 \times 10^{-3} (grad C)^{-1}$ .
7. Λαμπτήρας πυράκτωσης έχει γραμμένα πάνω του τα στοιχεία ( 120V, 60W). Η αντίστατη του νήματος του λαμπτήρα “εν ψυχρώ” (όταν, δηλαδή, δε διαρρέεται από ρεύμα) είναι  $R_0=20\Omega$ . Να υπολογίσετε τη θερμοκρασία κανονικής λειτουργίας του λαμπτήρα. Ο θερμικός συντελεστής αντίστασης του υλικού του νήματος είναι  $\alpha=5 \times 10^{-3} (grad C)^{-1}$ .
8. Σύρμα από σίδηρο και σύρμα από χρυσό έχουν σε θερμοκρασία 20 °C αντιστάσεις 5,9Ω και 6,7Ω. Οι θερμικοί συντελεστές αντίστασης για τον σίδηρο και για τον χρυσό είναι, αντιστοίχως : 0,005 (°C)<sup>-1</sup> και 0,0034 (°C)<sup>-1</sup>. Να υπολογίσετε τη θερμοκρασία στην οποία τα δύο σύρματα έχουν την ί-

- δια αντίστασης.
9. Τη στιγμή που βάζουμε σε λειτουργία μια τοστιέρα, η ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει είναι  $I_0 = 1,5\text{A}$ . Τη στιγμή εκείνη η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι  $20^\circ\text{C}$ . Μερικά δευτερόλεπτα αργότερα η θερμοκρασία του θερμαντικού σώματος ανεβαίνει και η ένταση του ρεύματος σταθεροποιείται στα  $1,3\text{A}$ . Να υπολογίσετε τη σταθερή θερμοκρασία λειτουργίας της τοστιέρας. Ο θερμικός συντελεστής αντίστασης του κράματος από το οποίο αποτελείται το θερμαντικό σώμα της τοστιέρας είναι :  $\alpha = 4,5 \times 10^{-4} (^\circ\text{C})^{-1}$ .
  10. Τρεις αντιστάτες με τιμές αντίστασης  $R_1 = 25\Omega$ ,  $R_2 = 45\Omega$ ,  $R_3 = 75\Omega$  συνδέονται σε σειρά. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τους αντιστάτες είναι  $I = 0,51\text{A}$ . Να υπολογίσετε:
    - A. Την αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη
    - B. Τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του συστήματος.
  11. Τρεις αντιστάτες με τιμές  $R_1 = 9\Omega$ ,  $R_2 = 5\Omega$  και  $R_3 = 1\Omega$ , συνδέονται σε σειρά. Στα άκρα του συστήματος εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού  $V_0 = 45\text{V}$ . Να υπολογίσετε:
    - A. Την αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη.
    - B. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τους αντιστάτες.
    - Γ. Την τάση στα άκρα κάθε αντιστάτη.
  12. Ένα κύκλωμα περιλαμβάνει ένα σύνολο αντιστατών σε σειρά και διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I_1 = 15\text{A}$ . Όταν προστεθεί σε σειρά ένας, επιπλέον, αντιστάτης, η ένταση του ρεύματος γίνεται  $I_2 = 12\text{A}$ . Να υπολογίσετε την αντίσταση του αρχικού κυκλώματος.
  13. Δύο μεγάφωνα έχουν αντιστάσεις  $16\Omega$  και  $8\Omega$ . Πόση είναι η ισοδύναμη αντίσταση των δύο μεγαφώνων τα οποία είναι συνδεδεμένα παράλληλα προς ενισχυτή. Θα υποθέσετε ότι τα μεγάφωνα συμπεριφέρονται ως αντιστάτες.
  14. Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις  $R_1 = 42\Omega$  και  $R_2 = 64\Omega$  είναι συνδεδεμένοι παράλληλα. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη  $R_2$  είναι  $I_2 = 3\text{A}$ . Να υπολογίσετε:
    - A. Την αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη.
    - B. Την κοινή τάση των δύο αντιστατών.
    - Γ. Την ένταση του ρεύματος το οποίο διαρρέει τον άλλο αντιστάτη.
  15. Να υπολογίσετε την αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη μεταξύ των σημείων A και B. Οι αντιστάσεις των αντιστατών αναγράφονται στο σχήμα.
  16. Να υπολογίσετε την αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη ανάμεσα στα σημεία A και B. Αν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη των  $20\Omega$  είναι  $I_a = 4\text{A}$ , να υπολογίσετε:
    - A. Τις εντάσεις των ρευμάτων το οποίο διαρρέουν τους άλλους αντιστάτες
    - B. Τη διαφορά δυναμικού ανάμεσα στα σημεία A και B.
  17. Ο αντιστάτης  $R_0$  έχει γνωστή τιμή. Πόση πρέπει να είναι η αντίσταση του

- αντιστάτη  $R_1$ , ώστε ο ισοδύναμος αντιστάτης μεταξύ Α και Β να έχει τιμή ίση με  $R_0$  ;
18. Καθένας από τους 4 αντιστάτες έχει αντίσταση  $R$ . Βραχυκυκλώνουμε τα σημεία Α και Β με αγωγό αμελητέας αντίστασης. Το ίδιο κάνουμε και για τα σημεία Γ και Δ. Να υπολογίσετε την αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη μεταξύ των σημείων Μ και Ν.
  19. Η μπαταρία ενός αυτοκινήτου φορτίζεται από τάση 12V με ένταση ρεύματος 19A. Πόση ισχύ παρέχει ο φορτιστής;
  20. Το θερμαντικό στοιχείο ενός σιδερού σιδερώματος έχει αντίσταση  $24\Omega$  και τροφοδοτείται από πρίζα τάσης 220V. Πόση είναι η ισχύς την οποία καταναλώνει η συσκευή;
  21. Ηλεκτρικό πλυντήριο τροφοδοτείται από τάση 220V και διαρρέεται από ρεύμα έντασης 16A. Πόση ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνει το πλυντήριο σε χρονικό διάστημα 45min; Ένα PC τροφοδοτείται από τάση 120V και διαρρέεται από ρεύμα έντασης 2,7A. Για πόσο χρονικό διάστημα θα μπορούσατε να "σερφάρετε" στο Internet, χρησιμοποιώντας την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει το ηλεκτρικό πλυντήριο;
  22. Η ηλεκτρική ισχύς την οποία μπορεί να καταναλώνει ένας αντιστάτης του εμπορίου χωρίς να καταστραφεί είναι προκαθορισμένη και αναγράφεται πάνω στον αντιστάτη. Να υπολογίσετε τη μεγαλύτερη διαφορά δυναμικού με την οποία μπορεί να τροφοδοτηθεί αντιστάτης με αντίσταση  $680\Omega$ , χωρίς να καταστραφεί, εάν η αναγραφόμενη ισχύς είναι:  
Α. 0,25W Β. 2W.
  23. Ο λαμπτήρας στο απέναντι σχήμα έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί σε τρεις διαφορετικές καταναλώσεις ισχύος. Η τάση με την οποία τροφοδοτείται είναι πάντοτε 120V. Όταν λειτουργεί το ένα νήμα (διακόπτης Β κλειστός), η ισχύς είναι 100W. Όταν λειτουργεί το άλλο νήμα (διακόπτης Α κλειστός), η ισχύς είναι 50W. Να υπολογίσετε την ισχύ την οποία καταναλώνει ο λαμπτήρας όταν λειτουργούν και τα δύο νήματα (και οι δύο διακόπτες κλειστοί).
  24. Σταθμός ηλεκτροπαραγωγής ισχύος  $P=10\text{kW}$  τροφοδοτεί με ηλεκτρική ενέργεια οικισμό που βρίσκεται σε απόσταση 500m. Η τροφοδοσία γίνεται με τη βοήθεια γραμμής μεταφοράς, η οποία αποτελείται από δύο μεταλλικά καλώδια, τα οποία έχουν αντίσταση  $0,259\Omega$  ανά 1000m. Η τάση στο εργοστάσιο είναι  $V=250\text{V}$ . Να υπολογίσετε:  
Α. Την απώλεια ενέργειας στη γραμμή μεταφοράς.  
Β. Την τάση στον οικισμό.  
Γ. Την απόδοση της γραμμής.
  25. Τρεις ηλεκτρικοί λαμπτήρες φέρουν τα στοιχεία (110V, 50W), (110V, 50W), (110V, 100W). Πώς πρέπει να συνδεσμοποιηθούν οι λαμπτήρες σε δίκτυο 220V, ώστε να λειτουργούν κανονικά;
  26. Πόσες φορές πρέπει να αυξηθεί η τάση εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρι-

- κής ενέργειας, ώστε η απώλεια ισχύος στη γραμμή μεταφοράς να ελαττωθεί 100 φορές, με την προϋπόθεση ότι η κατανάλωση λαμβάνει και στις δύο περιπτώσεις την ίδια ισχύ; Η πτώση τάσης στη γραμμή μεταφοράς στην πρώτη περίπτωση είναι  $\Delta V = nV$ , όπου  $V$  η τάση στην κατανάλωση.
27. Ηλεκτρική πηγή έχει στοιχεία  $E = 12V$  και  $r = 0,15\Omega$ . Να υπολογίσετε το ρεύμα που θα διαρρέει το κύκλωμα και την πολική τάση της πηγής, όταν συνδεθούν οι πόλοι της με αντιστάτη αντίστασης  $R = 1,5\Omega$ .
28. Ηλεκτρική πηγή έχει  $E = 1,5V$ . Όταν συνδέσουμε τους πόλους της πηγής με αγωγό αμελητέας αντίστασης, το ρεύμα που τη διαρρέει είναι  $I = 28A$ . Να υπολογίσετε την εσωτερική αντίσταση της πηγής και την πολική τάση της.
29. Για το απέναντι κύκλωμα να υπολογίσετε:
- Την αντίσταση του ισοδύναμου αντιστάτη.
  - Τις εντάσεις των ρευμάτων τα οποία διαρρέουν τους αντιστάτες.
  - Τις τάσεις στα άκρα των αντιστατών.
30. Στη συνδεσμολογία του σχήματος η εσωτερική αντίσταση της πηγής είναι  $r = 1\Omega$ . Οι αντιστάσεις των άλλων αντιστατών αναγράφονται στο σχήμα. Να υπολογίσετε:
- Την ένταση του ρεύματος το οποίο διαρρέει την πηγή.
  - Τις εντάσεις των ρευμάτων τα οποία διαρρέουν τους αντιστάτες.
  - Τις τάσεις στα άκρα των αντιστατών.
  - Την πολική τάση της πηγής.
  - Την ισχύ εξόδου της πηγής.
  - Την απόδοση της πηγής.
31. Η πηγή έχει ΗΕΔ  $E = 10V$  και εσωτερική αντίσταση  $r = 0,2\Omega$ . Η αντίσταση του αντιστάτη είναι  $r = 4,8\Omega$ . Να προβλέψετε τις ενδείξεις των βολτομέτρων, όταν ο διακόπτης δ είναι:
- Ανοικτός
  - Κλειστός.
- Τα τρία βολτόμετρα έχουν "άπειρη" αντίσταση. Το αμπερόμετρο έχει μηδενική αντίσταση.
32. Πηγή με στοιχεία  $E = 1,5V$  και  $r = 1,8\Omega$  συνδέεται σε σειρά προς ροοστάτη και μιλιαμπερόμετρο με αντίσταση  $R_A = 3\Omega$ . Παράλληλα προς το μιλιαμπερόμετρο συνδέεται αντίσταση  $R_0 = 2\Omega$ .
- Πόση πρέπει να είναι η αντίσταση  $R_x$  του ροοστάτη, ώστε η ένδειξη του οργάνου να είναι  $30mA$ ;
  - Πόση είναι, σε αυτή την περίπτωση, η πολική τάση της πηγής;
33. Βολτόμετρο με αντίσταση  $R_V$  συνδέεται :
- Σε σειρά προς αντίσταση  $R_1$  και πηγή με στοιχεία  $(E, r)$ .
  - Παράλληλα προς αντίσταση  $R_2$  και, στη συνέχεια, ολόκληρο το σύστημα προς τους πόλους της ίδιας πηγής. Παρατηρήθηκε ότι οι ενδείξεις του βολτομέτρου ήταν ίδιες και στις δύο περιπτώσεις. Να αποδείξετε ότι ισχύει η σχέση :

34. Πυκνωτής φορτίζεται από πηγή με ΗΕΔ  $E$  και αμελητέα εσωτερική αντίσταση. Η φόρτιση γίνεται με την παρεμβολή αντίστασης  $R$ . Να αποδείξετε ότι όταν θα ολοκληρωθεί η φόρτιση, η μισή από την ενέργεια που έδωσε η πηγή αποθηκεύτηκε στον πυκνωτή και η άλλη μισή έγινε θερμότητα στην αντίσταση  $R$ .