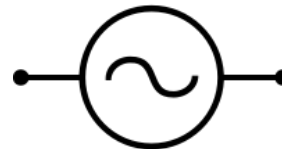
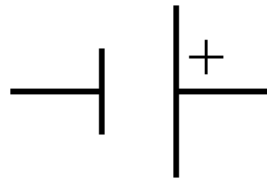


Φυσική Β' ΕΠΑ.Λ.

Σημειώσεις 2^{ου} μέρους

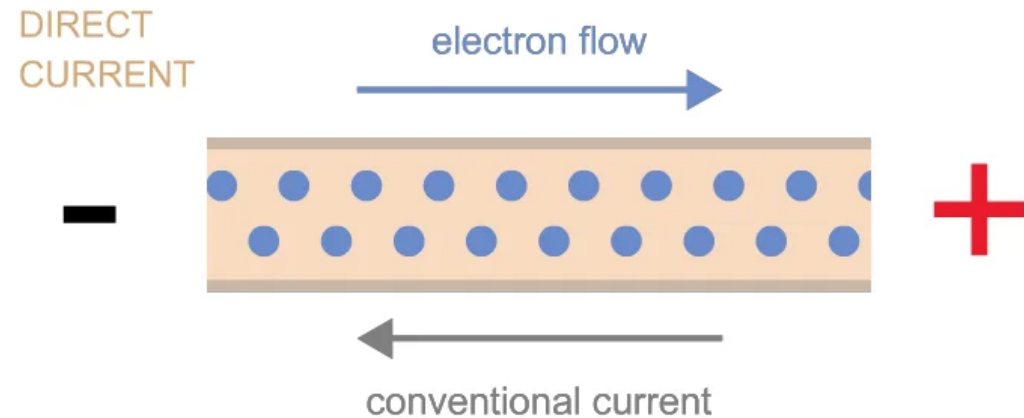
2.1 Ηλεκτρικές πηγές

- Ρόλος
 - δημιουργία διαφοράς δυναμικού στα άκρα τους
 - προσφορά ηλεκτρικής ενέργειας στο κύκλωμα
- Παραδείγματα:
 - Φωτοβολταικά
 - Μπαταρίες
 - Γεννήτριες
- Πόλοι
 - «+» σε υψηλότερο δυναμικό
 - «-» σε χαμηλότερο
- Είδη:
 - Συνεχούς τάσης
 - Εναλλασσόμενης τάσης (αλλάζει η πολικότητα)



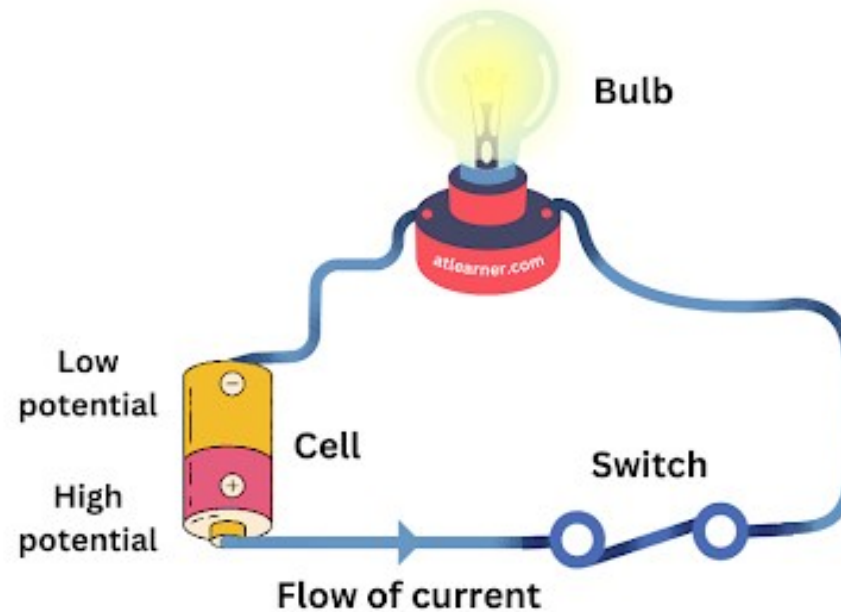
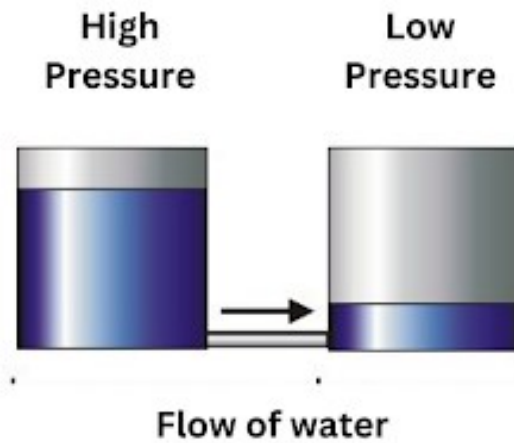
2.2 Ηλεκτρικό ρεύμα

- Είναι η προσανατολισμένη κίνηση φορτίου
- Στους μεταλλικούς αγωγούς τα φορτία αυτά είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια
- Φορά ρεύματος
 - Πραγματική: προς τα πού κινούνται πραγματικά τα φορτία
 - Συμβατική: αντίθετη από τη φορά κίνησης αν τα φορτία είναι αρνητικά (πχ ηλεκτρόνια)
 - Αντί να σκεφτόμαστε ηλεκτρόνια που πηγαινούν από τα χαμηλά δυναμικά στα υψηλά, είναι ισοδύναμο να σκεφτόμαστε θετικά φορτία που πηγαινούν από τα υψηλά στα χαμηλά δυναμικά.



Υδραυλικό ανάλογο ηλ. πηγής και ηλ. ρεύματος

Hydraulic analogy

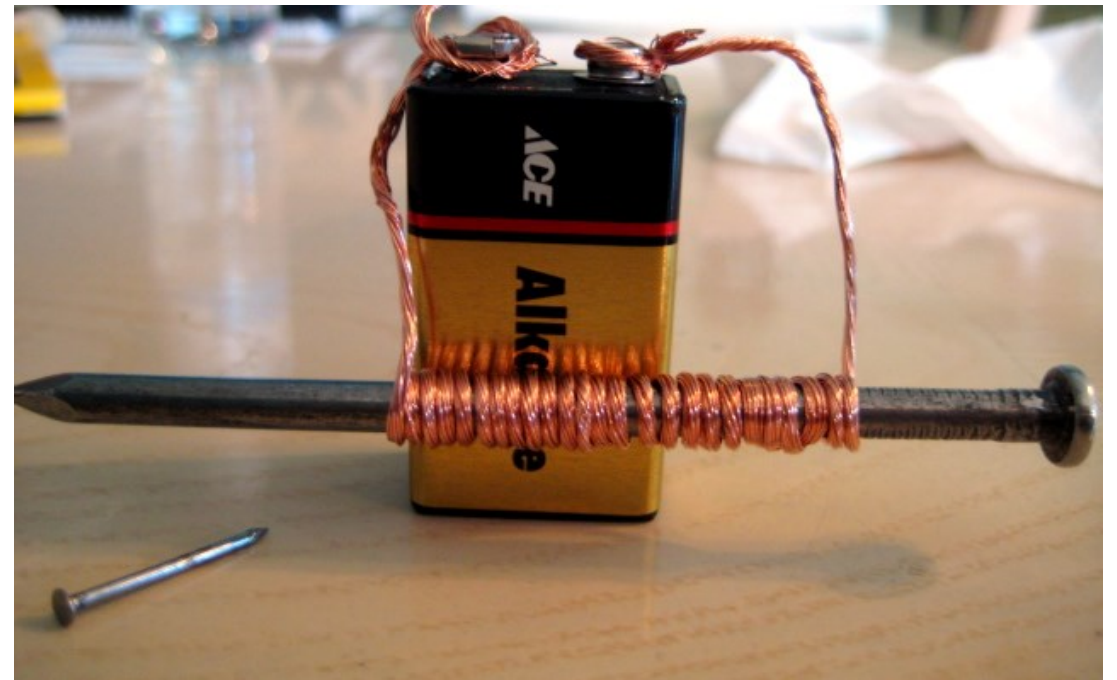


Αποτελέσματα ηλ. ρεύματος

Θερμικά

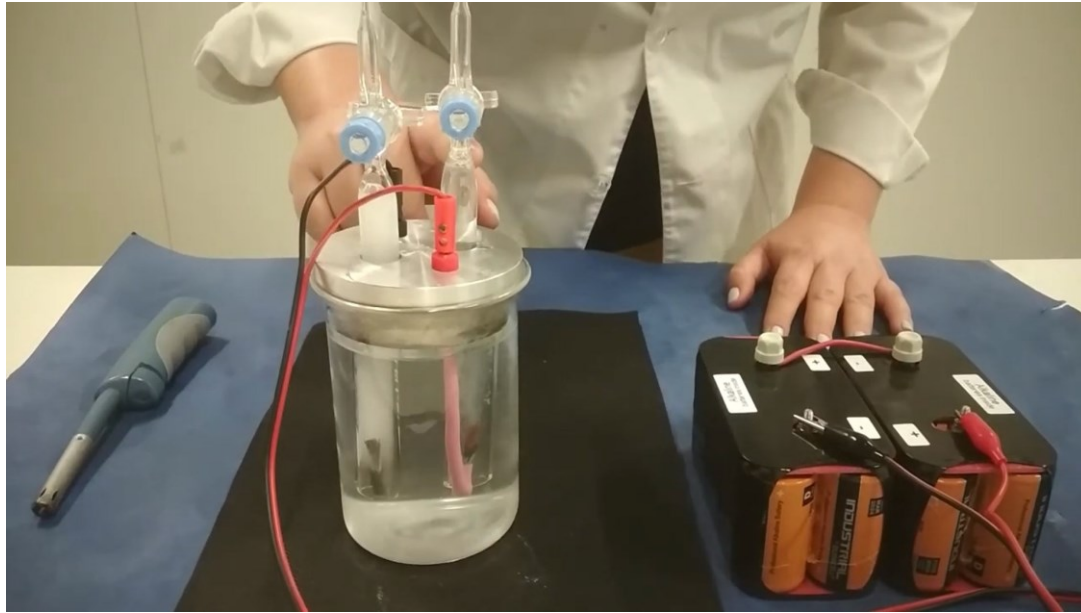


Μαγνητικά



Αποτελέσματα ηλ. ρεύματος

Χημικά

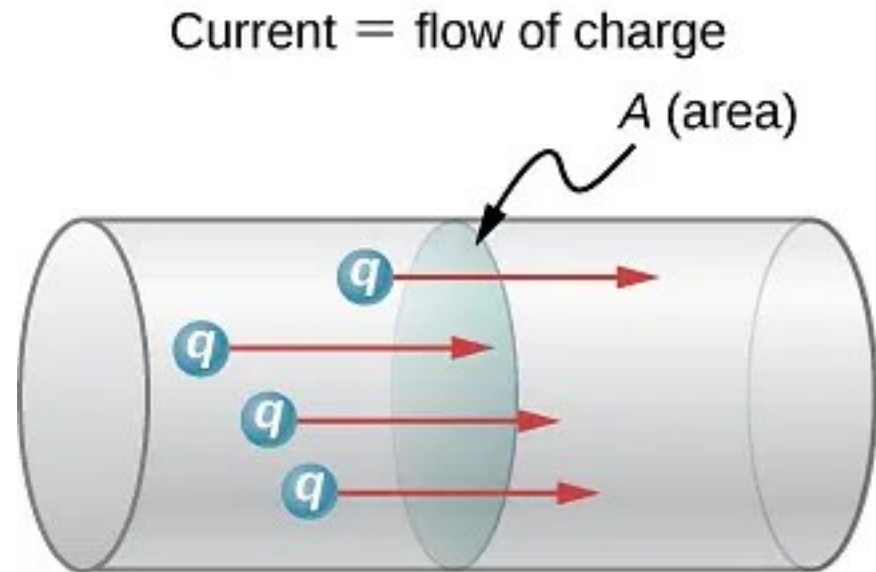


Ένταση ηλ. ρεύματος

- Ισούται με το πηλίκο του φορτίου q , που περνά από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο t , προς το χρόνο t .

$$I = \frac{q}{t}$$

- Μονάδα μέτρησης: 1A (αμπέρ)
 - $1A = \frac{1C}{1s}$



Εφαρμογή

Από τη διατομή ενός αγωγού περνά φορτίο $q = 32\text{C}$ σε χρόνο $t = 20\text{s}$.

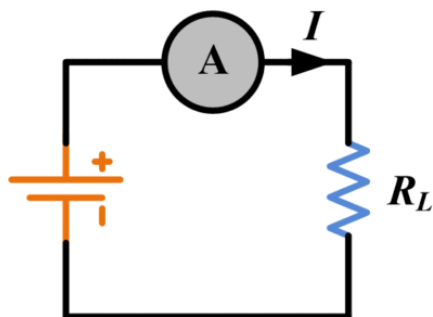
- i. Πόση είναι η ένταση του ρεύματος I που διαρρέει τον αγωγό;
- ii. Πόσα ηλεκτρόνια περνούν από τη διατομή του αγωγού στον ίδιο χρόνο; Το φορτίο ενός ηλεκτρονίου είναι $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$

Όργανα μέτρησης

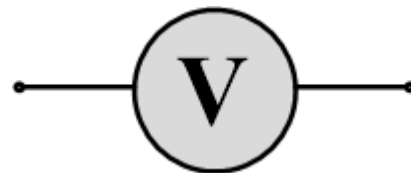
Αμπερόμετρο

- Μετράει την ένταση του ρεύματος που διαρρέει μια συσκευή.
- Πολύ μικρή αντίσταση (ιδανικά: μηδέν)
- Σύμβολο: 

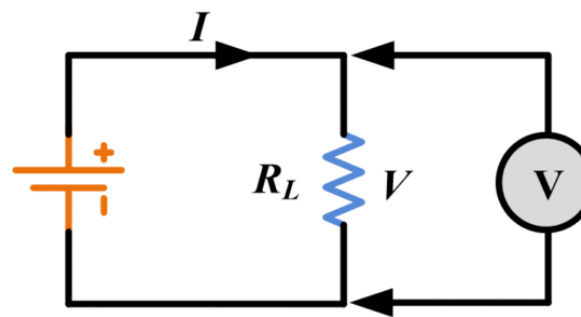
- Συνδέεται σε σειρά:



Βολτόμετρο

- Μετράει τη διαφορά δυναμικού στα άκρα μιας συσκευής.
- Πολύ μεγάλη αντίσταση (ιδανικά: άπειρη)
- Σύμβολο: 

- Συνδέεται παράλληλα:

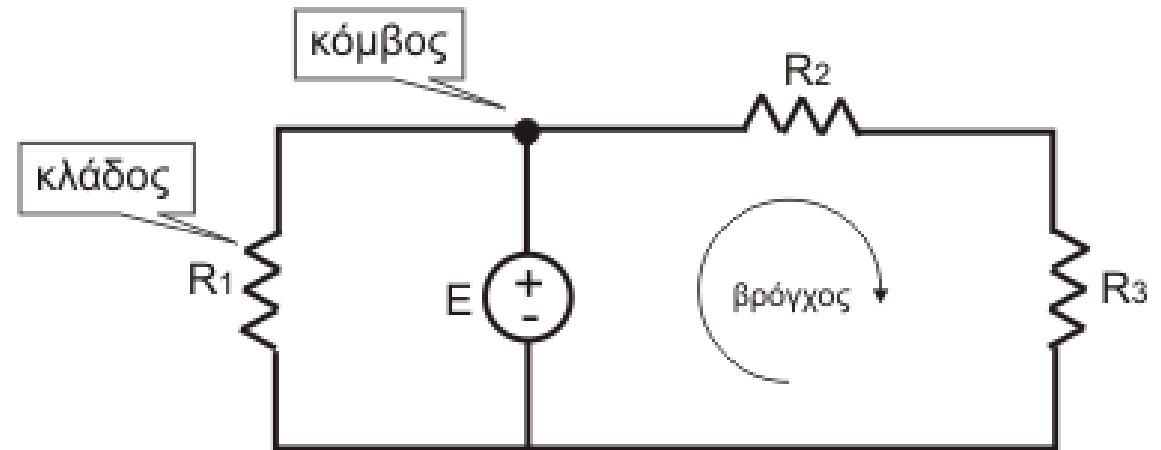


2.3 Κανόνες του Kirchhoff

- 1^{ος} κανόνας ή κανόνας των κόμβων ή των ρευμάτων
- 2^{ος} κανόνας ή κανόνας των βρόχων ή των τάσεων

...λίγη ορολογία

- Κόμβος: το σημείο ενός κυκλώματος στο οποίο συναντιούνται *τουλάχιστον* τρεις αγωγοί.
- Κλάδος: το τμήμα του κυκλώματος μεταξύ δύο κόμβων
- Βρόχος: κάθε κλειστή διαδρομή σε ένα κύκλωμα

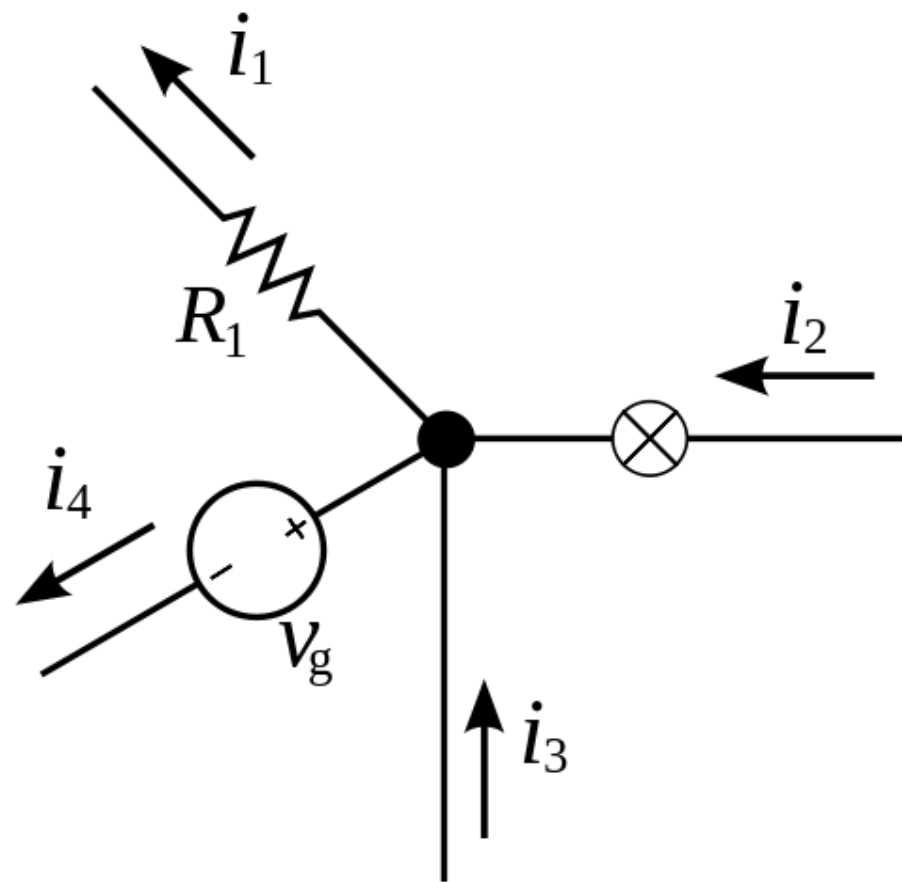


1^{ος} κανόνας Kirchhoff

- Το άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων που εισέρχονται σε ένα κόμβο, ισούται με το άθροισμα των ρευμάτων που εξέρχονται από αυτόν

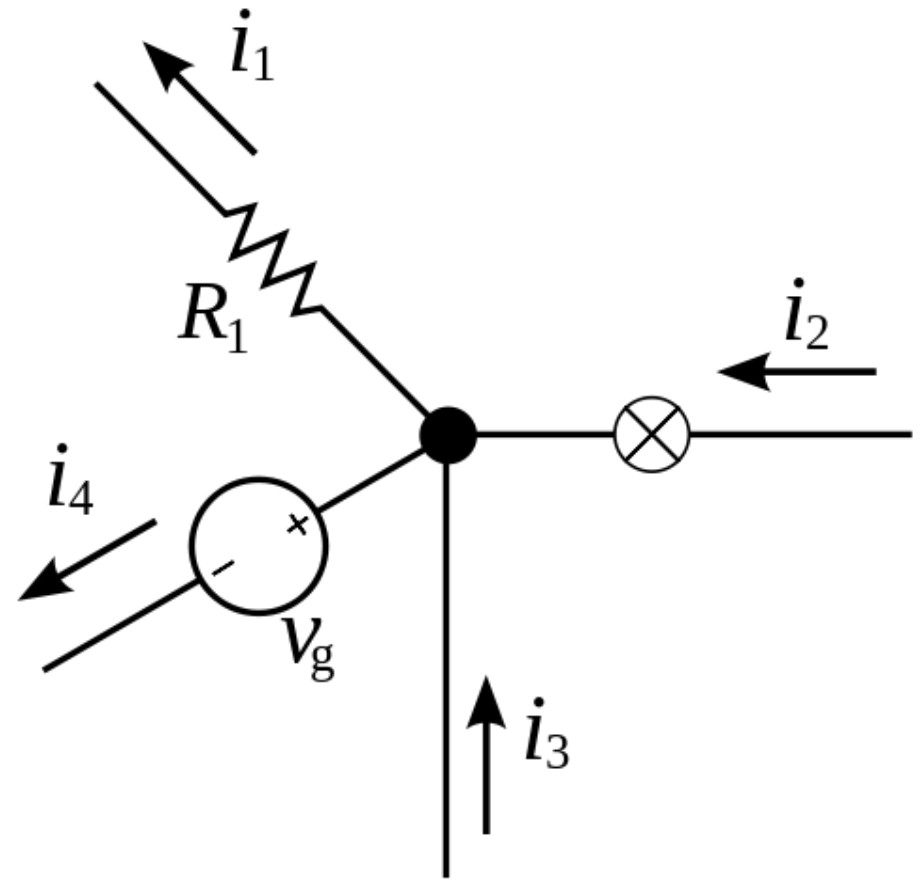
- $\sum I_{\text{εισ}} = \sum I_{\text{εξ}}$

- Εφαρμογή: $i_2 + i_3 = i_1 + i_4$



1^{ος} κανόνας Kirchhoff εναλλακτικά

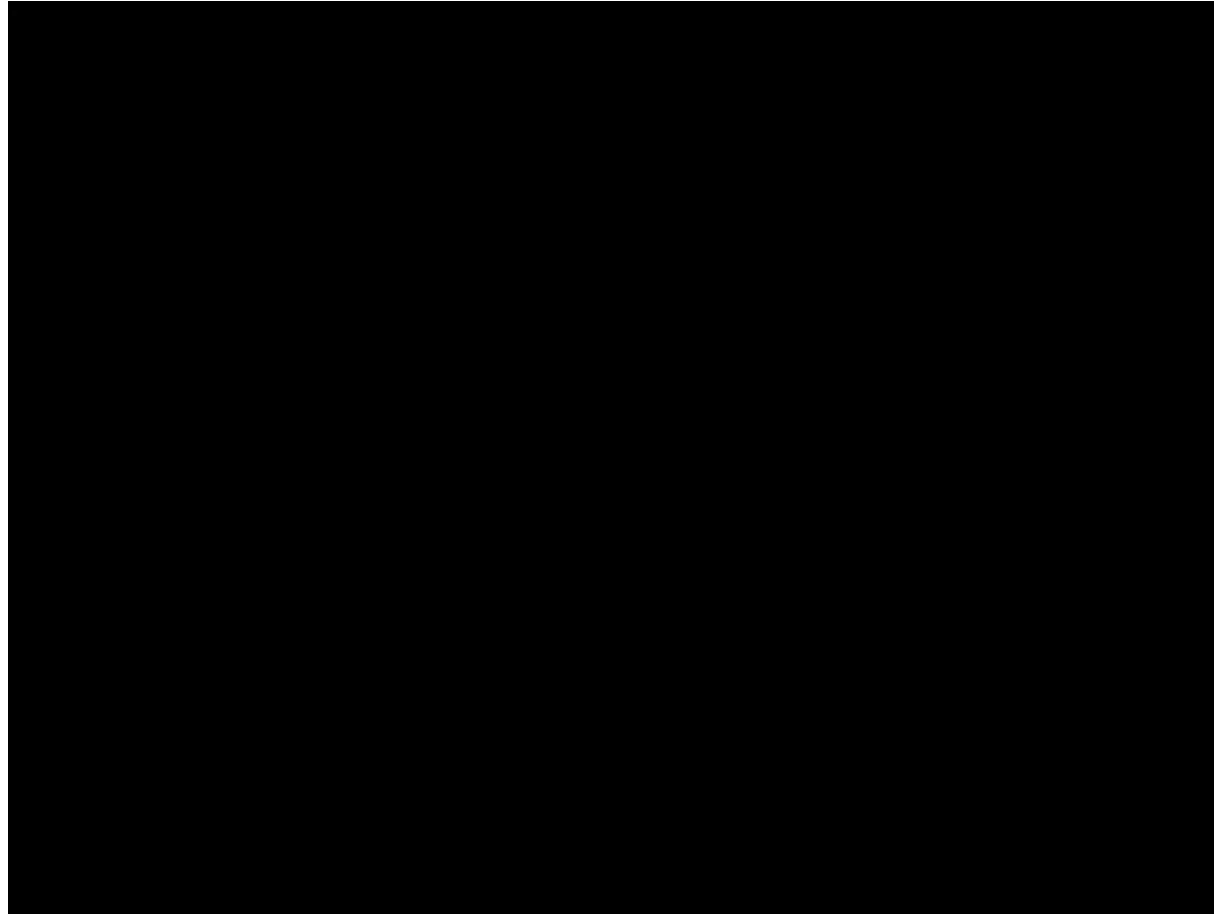
- Σε ένα κόμβο το αλγεβρικό άθροισμα των εντάσεων των ρευμάτων ισούται με μηδέν.
- $\sum I = 0$
- Εφαρμογή: $i_2 - i_1 - i_4 + i_3 = 0$



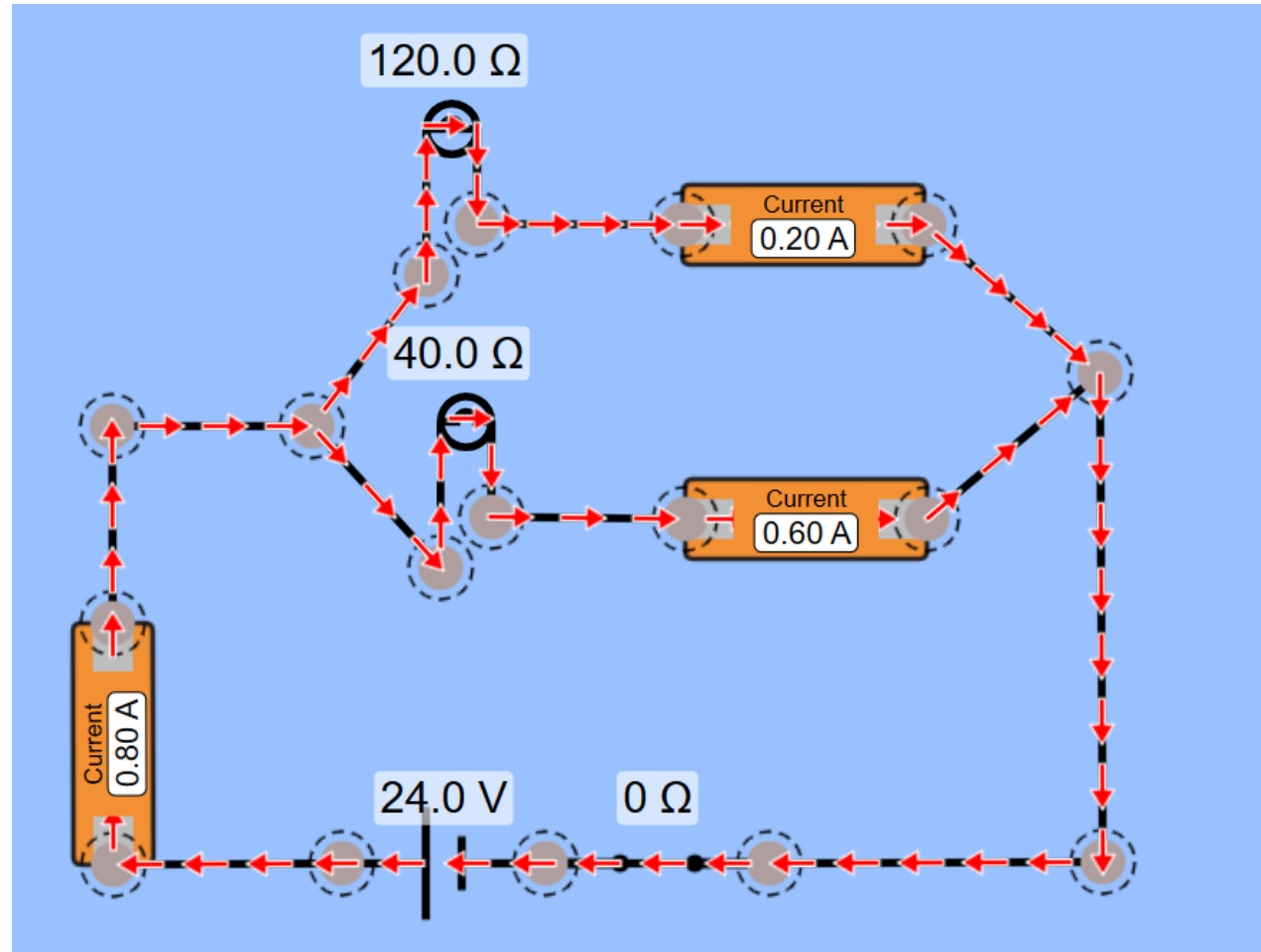
1^{ος} κανόνας Kirchhoff

- Είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης του φορτίου
- Αν δεν ίσχυε τότε σε ένα κόμβο θα χάνονταν ηλεκτρικά φορτία ή θα δημιουργούταν από το τίποτα ή θα συσσωρεύονταν...

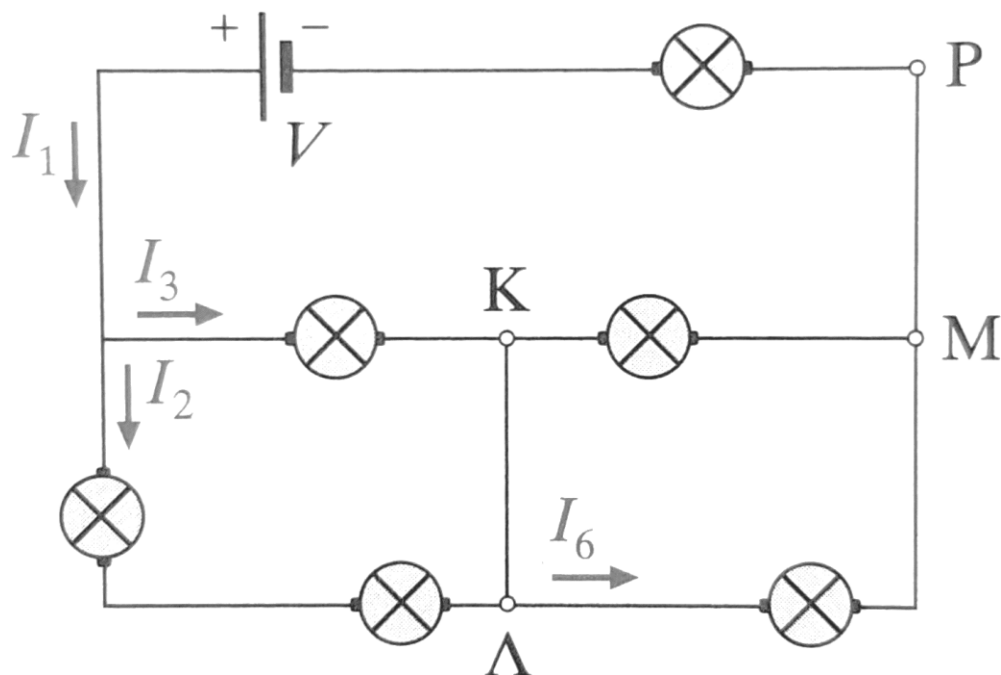
1^{ος} κανόνας Kirchhoff



1^{ος} κανόνας Kirchhoff



1^{ος} κανόνας Kirchhoff

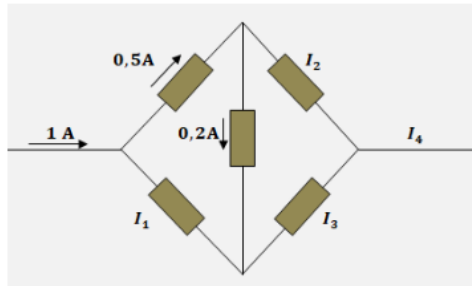


Για το κύκλωμα του σχήματος γνωρίζουμε ότι $I_1 = 20\text{A}$, $I_2 = 5\text{A}$ και $I_6 = 1\text{A}$.

Να υπολογίσετε τις εντάσεις των ρευμάτων και να σχεδιάσετε τις αντίστοιχες φορές τους στους κλάδους $K\Lambda$, KM και MP .

22743 τράπεζας θεμάτων

2.2. Στο σχήμα φαίνεται ένα τμήμα ηλεκτρικού κυκλώματος, στους κλάδους του οποίου φαίνεται η φορά και η ένταση τριών ρευμάτων και είναι άγνωστες και ζητούμενες οι φορές και οι εντάσεις των υπόλοιπων τεσσάρων ρευμάτων.



2.2.A. Να μεταφέρετε στο φύλλο των απαντήσεων το τμήμα του κυκλώματος που φαίνεται στο σχήμα και να σχεδιάσετε τις φορές των ρευμάτων που δεν έχουν σημειωθεί.

Μονάδες 2

2.2.B. Να συμπληρώσετε στον πίνακα που ακολουθεί, τις εντάσεις των ρευμάτων του κυκλώματος που δεν δόθηκαν.

I_1	I_2	I_3	I_4

Μονάδες 2

2.2.Γ Να αιτιολογήσετε τις φορές των ρευμάτων που σημειώσατε στο κύκλωμα και τις εντάσεις τους που υπολογίσατε για τη συμπλήρωση του πίνακα.

Μονάδες 9

2273 τράπεζας θεμάτων

ΘΕΜΑ 2

2.1. Στον κόμβο A ηλεκτρικού κυκλώματος ενώνονται τρεις αγωγοί που διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων, I_1 , I_2 και I_3 αντίστοιχα. Τρεις μαθητές διατυπώνουν τον 1^ο κανόνα του Kirchhoff στον κόμβο A, ως εξής :

1^{ος} μαθητής, $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

2^{ος} μαθητής, $I_1 - I_2 - I_3 = 0$

3^{ος} μαθητής, $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

Ο μαθητής που διατυπώνει οπωσδήποτε λανθασμένα τον 1^ο κανόνα του Kirchhoff στον κόμβο A, είναι ο:

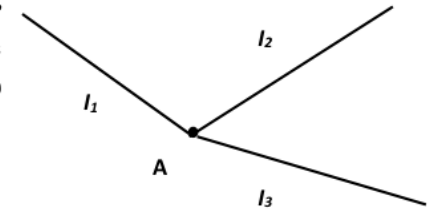
(α) 1^{ος}.

(β) 2^{ος}.

(γ) 3^{ος}.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

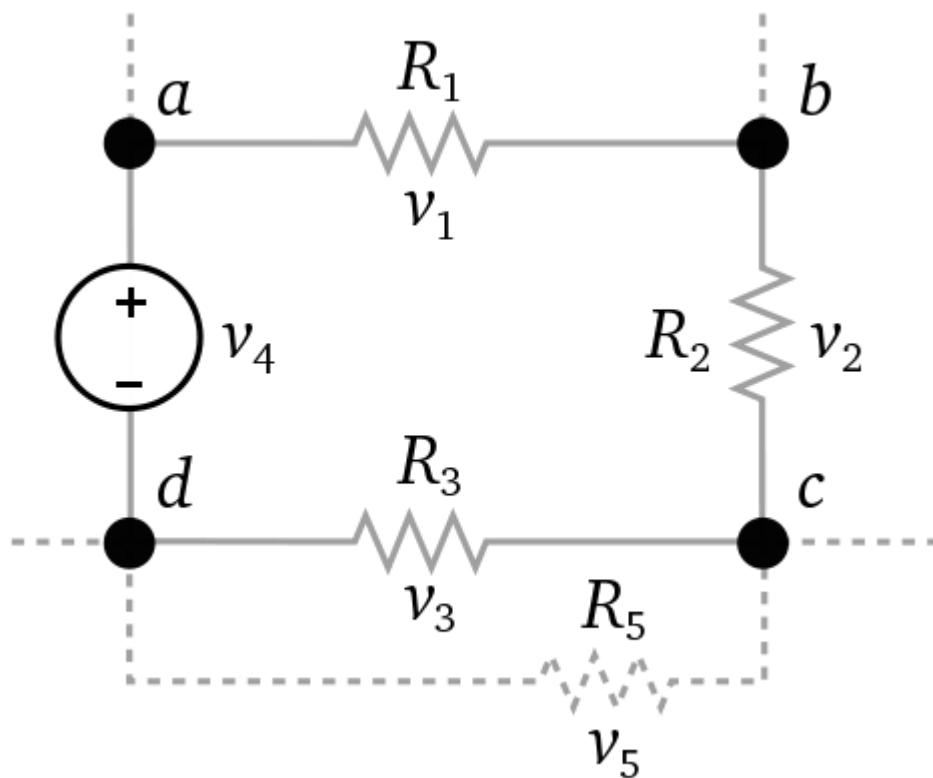
2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



Μονάδες 4

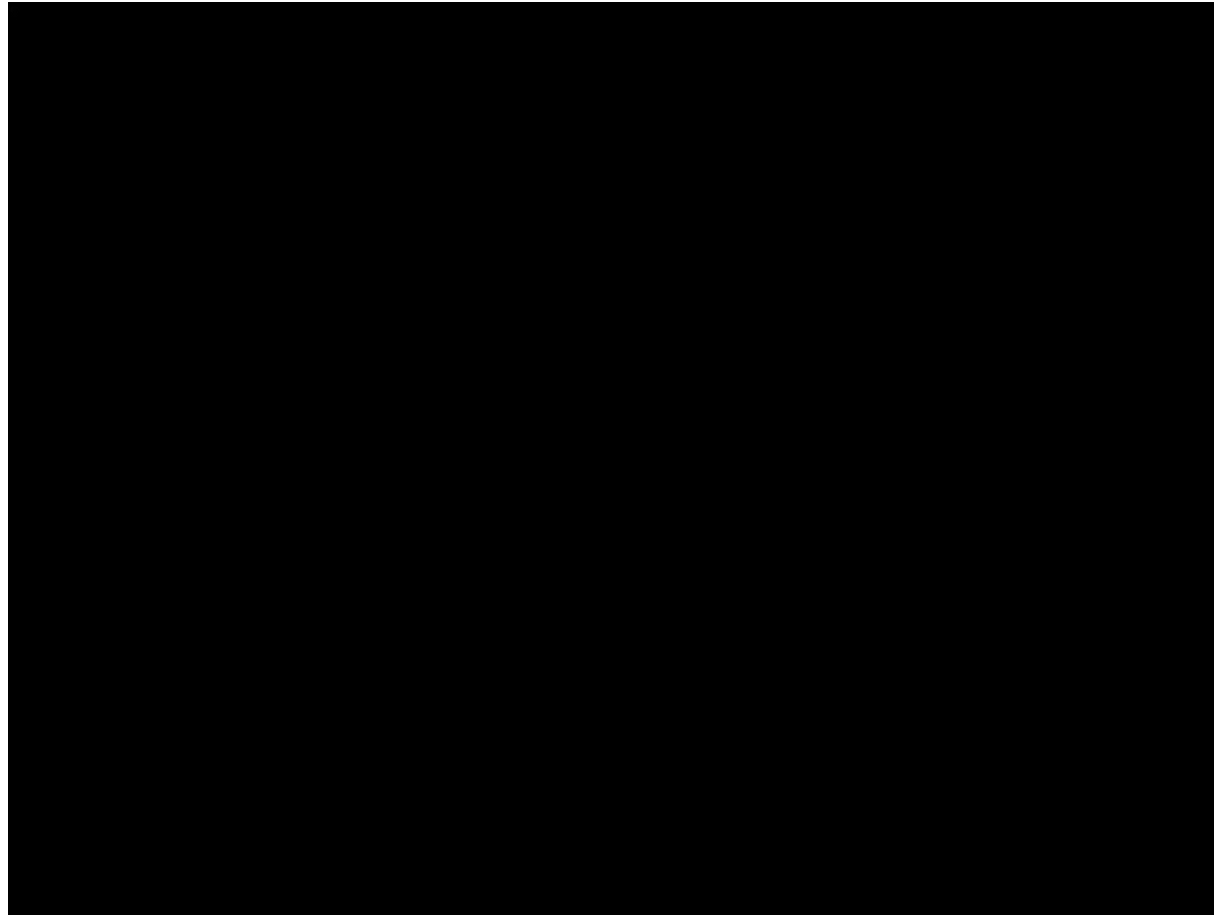
Μονάδες 8

2^{ος} κανόνας Kirchhoff

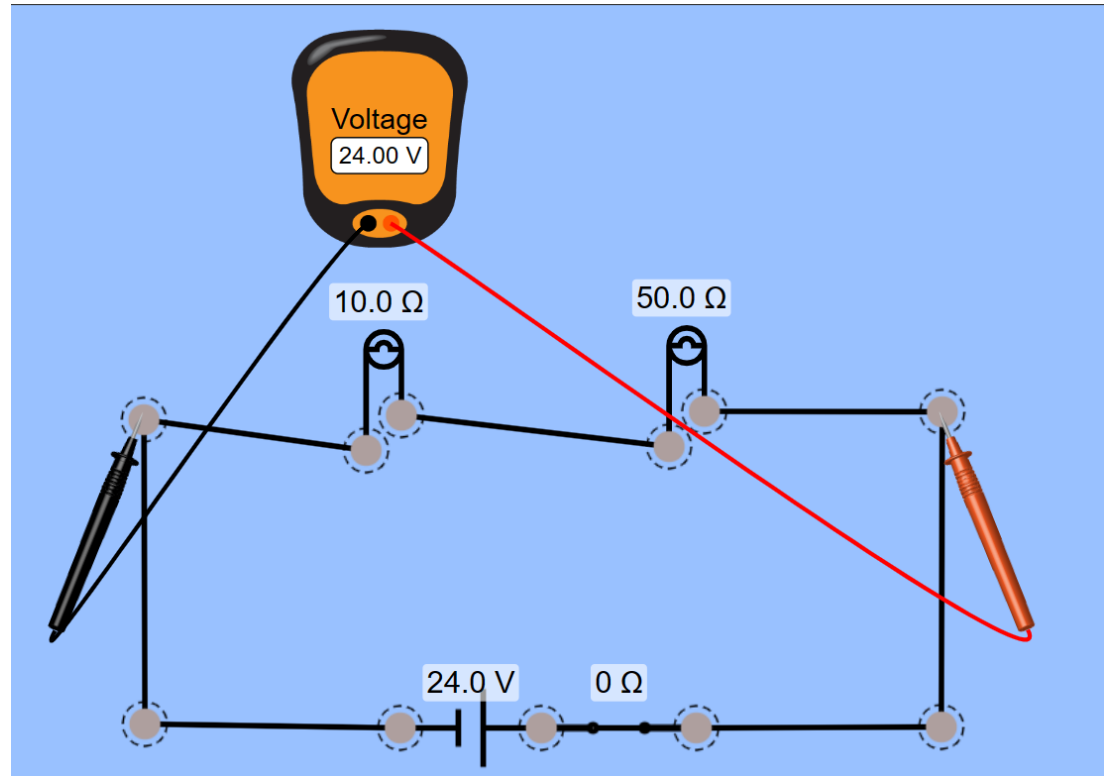
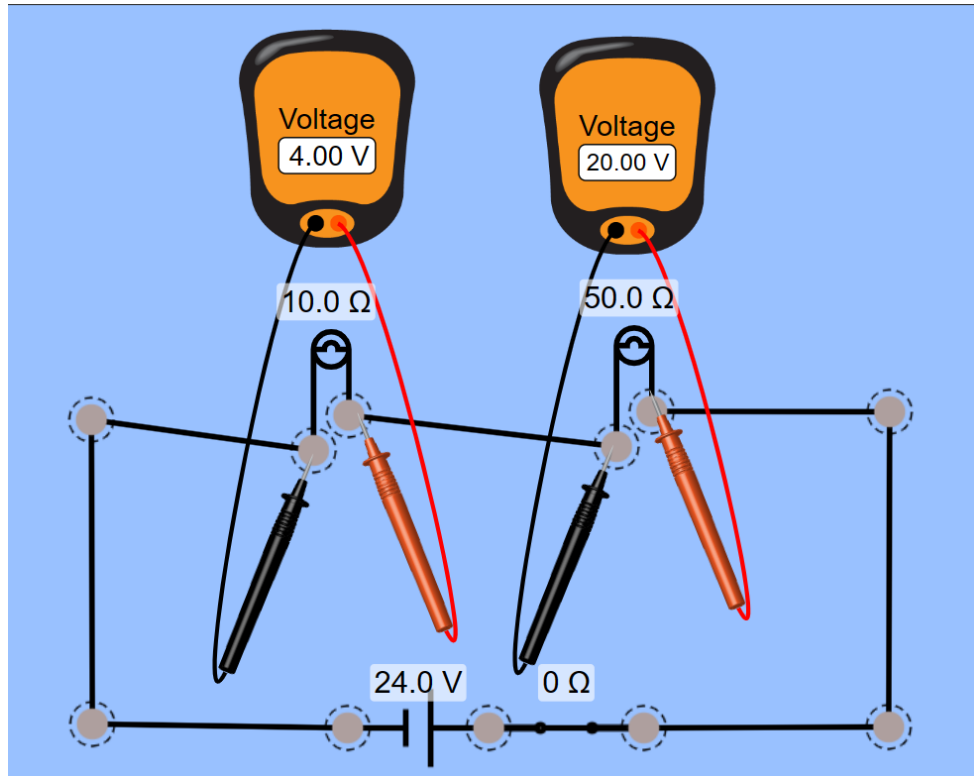


- Κατά μήκος μιας κλειστής διαδρομής σε ένα κύκλωμα, των αλγεβρικό άθροισμα των διαφορών δυναμικού ισούται με μηδέν.
- $\sum(\Delta V) = 0$
- Διανύουμε το διπλανό κύκλωμα από το d->a->b-> ... (δεξιόστροφα)
- Αρχικά συναντάμε τον αρνητικό πόλο της πηγής
- Το σημείο a έχει υψηλότερο δυναμικό από το b, το b από το c κλπ ώστε:
- $-V_4 + V_1 + V_2 + V_3 = 0$
- Ομοίως $-V_4 + V_1 + V_2 + V_5 = 0$

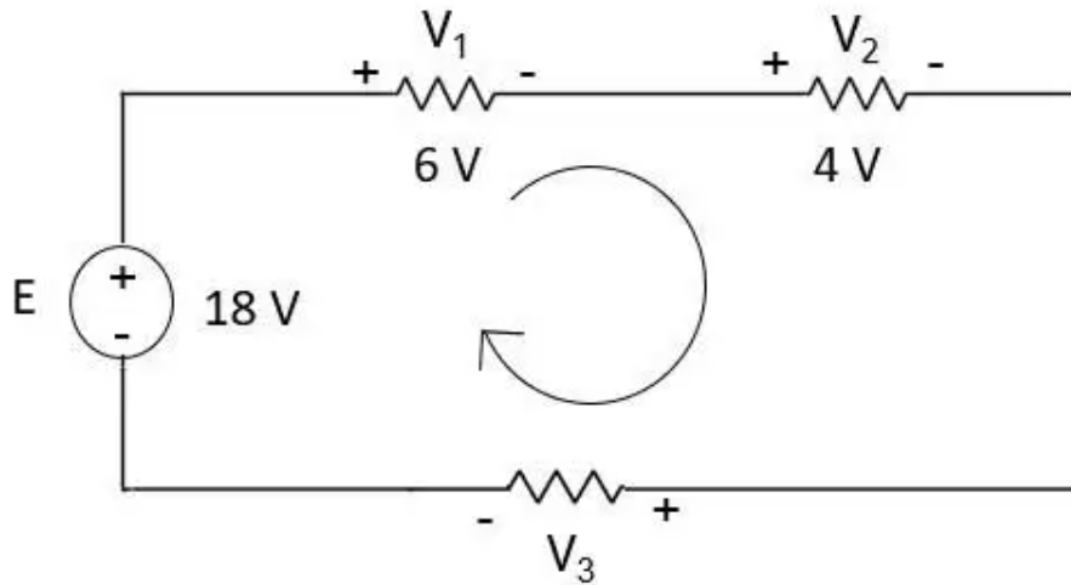
2^{ος} κανόνας Kirchhoff



2^{ος} κανόνας Kirchhoff



2^{ος} κανόνας Kirchhoff: παράδειγμα 1^ο



- Υπολογίστε την τάση V_3

- Διανύουμε το βρόγχο
ωρολογιακά:

$$-E + V_1 + V_2 + V_3 = 0 \text{ άρα}$$

$$-18V + 6V + 4V + V_3 = 0 \text{ άρα}$$

$$-8V + V_3 = 0 \text{ άρα}$$

$$V_3 = 8V$$

2^{ος} κανόνας Kirchhoff: παράδειγμα 2^ο

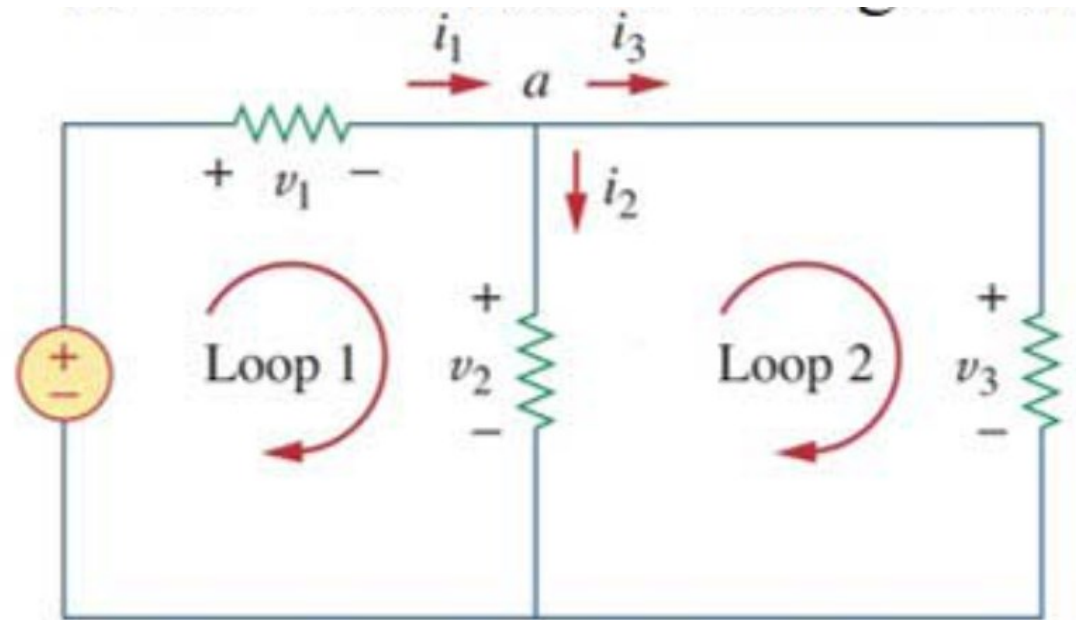
- Αν $E = 24V$ και $V_2 = 8V$ να βρεθούν οι τάσεις V_1 και V_3
- Στον αριστερό βρόγχο ισχύει

$$-E + V_1 + V_2 = 0 \text{ άρα}$$

$$-24V + V_1 + 8V = 0 \text{ άρα}$$

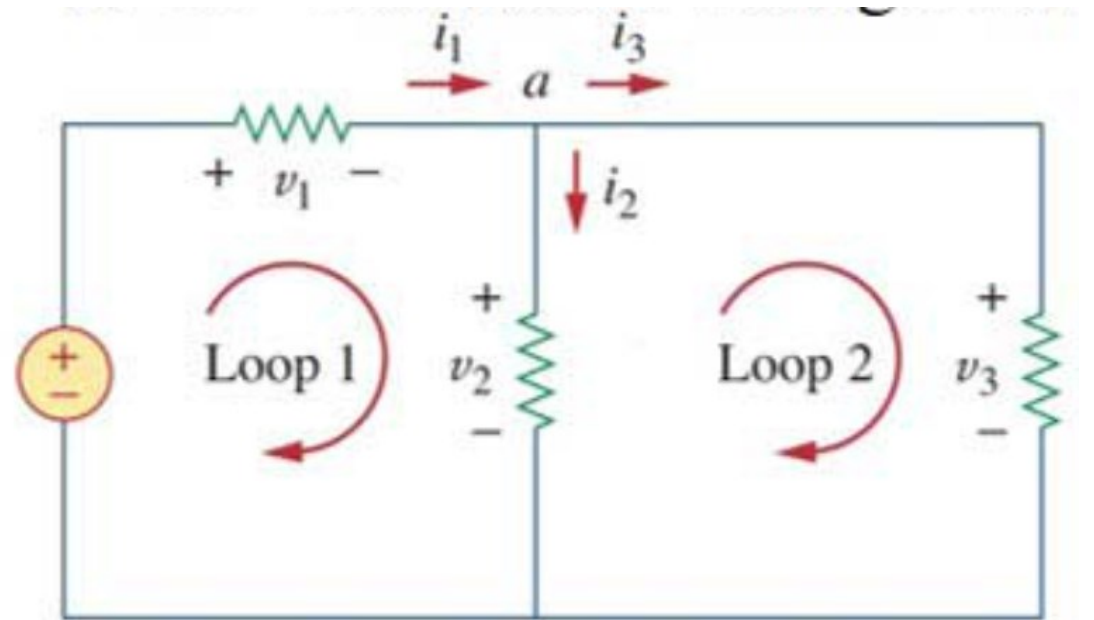
$$-16V + V_1 = 0 \text{ άρα}$$

$$V_1 = 16V$$

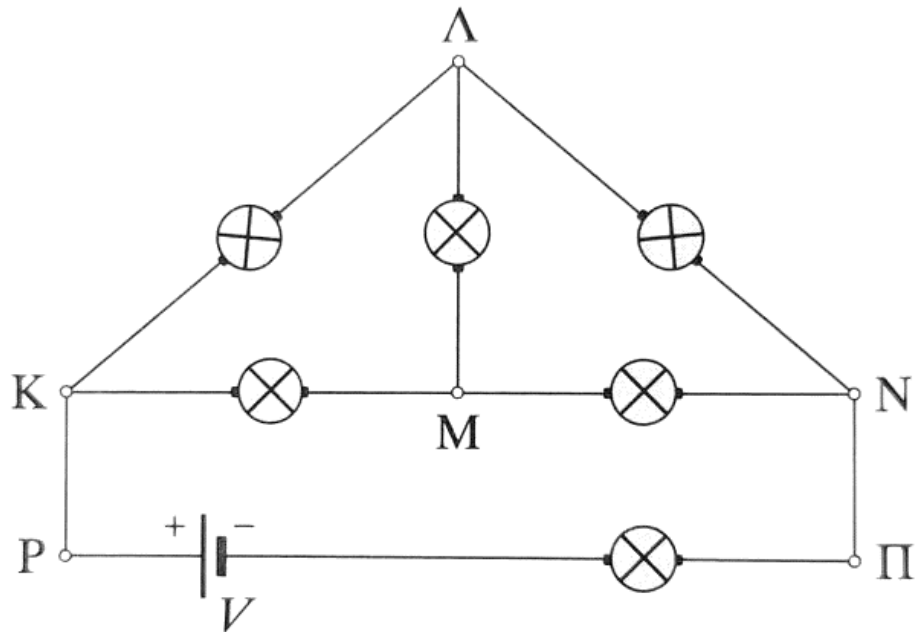


2^{ος} κανόνας Kirchhoff: παράδειγμα 2^ο

- Αν $E = 24V$ και $V_2 = 8V$ να βρεθούν οι τάσεις V_1 και V_3
- Στο δεξί βρόγχο ισχύει
 $-V_2 + V_3 = 0$ άρα
 $V_3 = V_2$ άρα
 $V_3 = 8V$



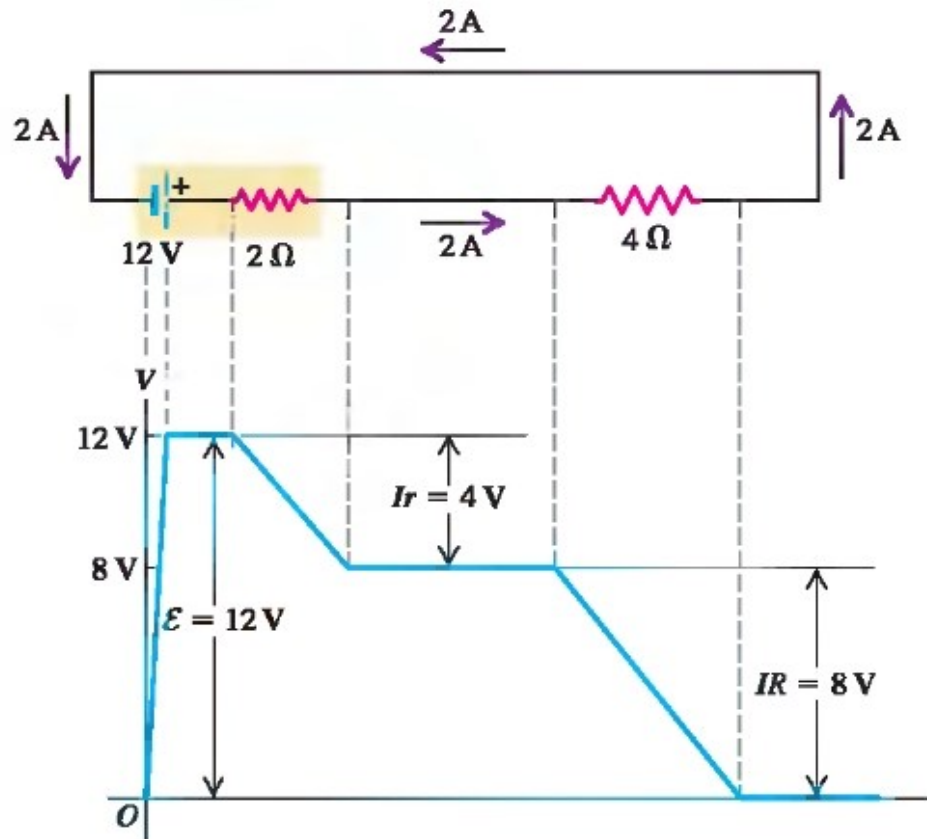
2^{ος} κανόνας Kirchhoff: άσκηση



Για το ηλεκτρικό κύκλωμα του διπλανού σχήματος ισχύουν: $V_{K\Lambda} = 6V$, $V_{KM} = 12V$ και $V_{MN} = 4V$.

Να υπολογίσετε τις τάσεις $V_{\Lambda M}$, $V_{\Lambda N}$ και $V_{N\Pi P K}$.

Δυναμικό κατά μήκος βρόχου



- Υποθέτουμε θετικά φορτία (συμβατική φορά)
- Στο κάτω αριστερό άκρο υποθέτουμε δυναμικό μηδέν.
- Ο θετικός πόλος της πηγής έχει μεγαλύτερο δυναμικό από τον αρνητικό (κατά $\mathcal{E} = 12V$)
- Κατά μήκος του πρώτου αντιστάτη 2Ω το δυναμικό ελαττώνεται κατά $4V$
- Στο δεύτερο αντιστάτη το δυναμικό ελαττώνεται κατά $8V$ για να πέσει στο μηδέν.

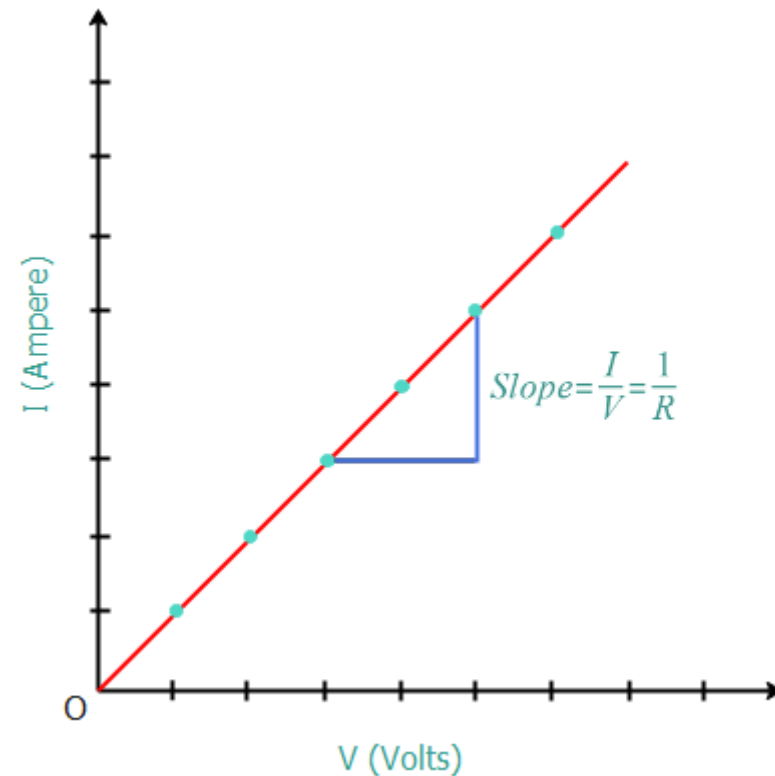
2.4 Αντίσταση - Αντιστάτης

Αντίσταση R

- Η αντίσταση ενός αντικειμένου ορίζεται ως το πηλίκο της τάσης V στα άκρα του προς την ένταση του ρεύματος I που το διαρρέει.
- $R = \frac{V}{I}$
- Μονάδα μέτρησης της αντίστασης είναι το $\omega\mu$
 - $1\Omega = \frac{1V}{1A}$
- Η αντίσταση μας δείχνει κατά πόσο ένα αντικείμενο αντιστέκεται στη ροή του ρεύματος μέσα από αυτό.

Αντίσταση και αντιστάτης

- Για πολλά υλικά και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, η τάση V και το ρεύμα I που διαρρέει το αντικείμενο είναι ανάλογα.
- Τότε:
 - $R = \frac{V}{I} = \text{σταθερό}$
 - Το διάγραμμα I - V είναι μια ευθεία γραμμή που περνά από την αρχή των αξόνων
 - Λέμε ότι το αντικείμενο είναι ένας «αντιστάτης»
 - Το αντικείμενο υπακούει στο νόμο του Ohm

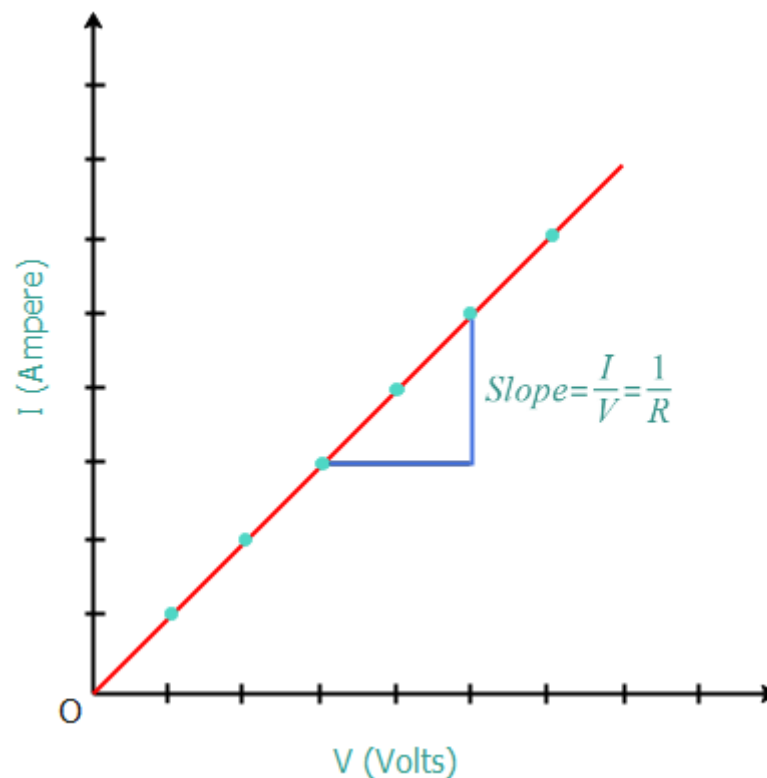


Αντίσταση και αντιστάτης

Νόμος του Ohm:

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη (μεταλλικό αγωγό) σταθερής θερμοκρασίας είναι ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του

$$I = \frac{V}{R} \text{ όπου } R = \text{σταθερό}$$



22736 τράπεζας θεμάτων

- R = σταθερό γιατί υπακούει στο νόμο Ohm

$$\bullet I = \frac{V}{R} \text{ ενώ } I' = \frac{V'}{R} = \frac{3V}{R} = 3I$$

ΘΕΜΑ 2

2.1. Ένας αντιστάτης (μεταλλικός αγωγός) με αντίσταση R διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I, όταν στα άκρα του εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση V. Αν στα άκρα του παραπάνω αντιστάτη εφαρμοστεί τριπλάσια ηλεκτρική τάση, ενώ η θερμοκρασία του θα παραμείνει σταθερή, η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει, είναι I'. Η σχέση μεταξύ των εντάσεων I και I' είναι:

2.1.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

$$(\alpha) I' = 3I \quad , \quad (\beta) I' = 2I \quad , \quad (\gamma) I' = \frac{I}{3}$$

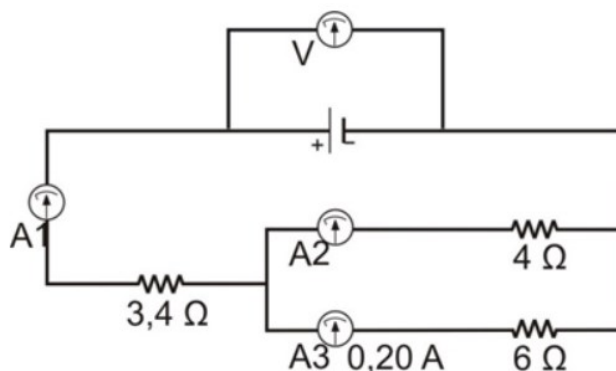
Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

Homework: 22667 τράπεζας θεμάτων

Τα αμπερόμετρα του παρακάτω κυκλώματος έχουν αμελητέα εσωτερική αντίσταση και το βολτόμετρο είναι ιδανικό. Με βάση τα δεδομένα που αναγράφονται στο σχήμα για αυτό το ηλεκτρικό κύκλωμα, να υπολογίσετε:



4.1. Τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη που έχει αντίσταση 6Ω .

Μονάδες 4

4.2. Την ένδειξη του αμπερομέτρου A2.

Μονάδες 5

4.3. Την ένδειξη του αμπερομέτρου A1 και την ηλεκτρική ισχύ της αντίστασης που διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα με το αμπερόμετρο A1.

Μονάδες 8

4.4. Την ένδειξη του ιδανικού βολτομέτρου που είναι συνδεδεμένο στους πόλους της ηλεκτρικής πηγής και την ενέργεια που καταναλώνει το εξωτερικό για την πηγή κύκλωμα σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 1 \text{ h}$.

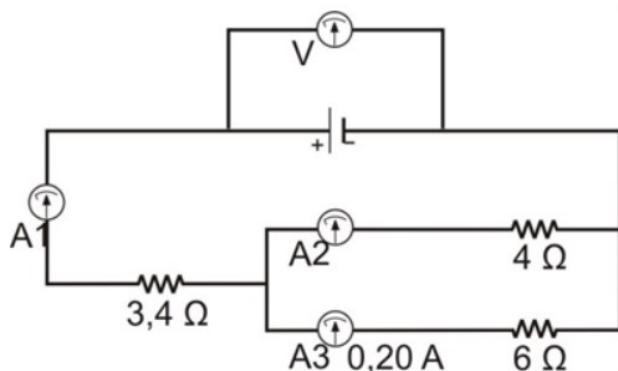
Μονάδες 8

• Hints

- Για το 4.1 χρησιμοποιήστε νόμο Ohm
- Για το 4.2
 - Βρίσκουμε την τάση στον αντιστάτη των 4Ω από το 2^ο Kirchhoff στο μικρό βρόγχο και
 - με νόμο Ohm βρίσκουμε το ρεύμα που τον διαρρέει
- Για το 4.3: 1^{ος} Kirchhoff για να βρούμε το ρεύμα στο αμπερόμετρο A1
- Για το 4.4: εφαρμόζουμε το 2^ο κανόνα του Kirchhoff αφού βρούμε την τάση στον αντιστάτη $3,4\Omega$

22667 τράπεζας θεμάτων

Τα αμπερόμετρα του παρακάτω κυκλώματος έχουν αμελητέα εσωτερική αντίσταση και το βολτόμετρο είναι ιδανικό. Με βάση τα δεδομένα που αναγράφονται στο σχήμα για αυτό το ηλεκτρικό κύκλωμα, να υπολογίσετε:



4.1. Τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη που έχει αντίσταση 6 Ω.

Μονάδες 4

4.2. Την ένδειξη του αμπερομέτρου A2.

Μονάδες 5

4.3. Την ένδειξη του αμπερομέτρου A1 και την ηλεκτρική ισχύ της αντίστασης που διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα με το αμπερόμετρο A1.

Μονάδες 8

4.4. Την ένδειξη του ιδανικού βολτομέτρου που είναι συνδεδεμένο στους πόλους της ηλεκτρικής πηγής και την ενέργεια που καταναλώνει το εξωτερικό για την πηγή κύκλωμα σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 1 \text{ h}$.

Μονάδες 8

Θεωρούμε $R_1 = 3,4\Omega$, $R_2 = 4\Omega$ και $R_3 = 6\Omega$

- 4.1: $V_3 = I_3 R_3 = 0,20 \cdot 6 = 1,20V$

- 4.2: από 2^ο Kirchhoff

$$V_2 = V_3 = 1,20V$$

κι από νόμο Ohm

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{1,20V}{4\Omega} = 0,30A$$

- 4.3: από 1^ο Kirchhoff

$$I_1 = I_2 + I_3 = 0,30A + 0,20A = 0,50A$$

- 4.4: από νόμο Ohm

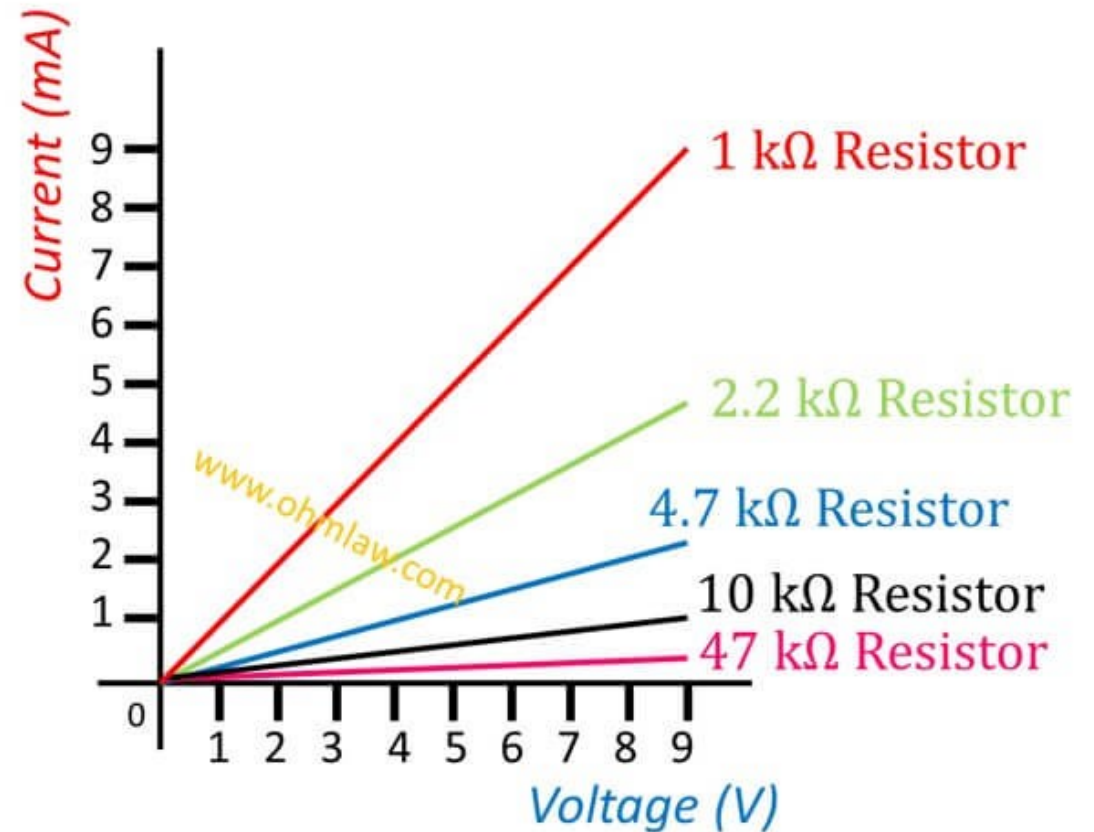
$$V_1 = I_1 R_1 = 0,50A \cdot 3,4\Omega = 1,70V$$

και από 2^ο Kirchhoff

$$V = V_1 + V_2 = 1,70V + 1,20V = 2,90V$$

I – V διάγραμμα αντιστάτη και κλίση

- Η κλίση σε ένα I – V διάγραμμα ισούται με το αντίστροφο της αντίστασης R
- Αντίστοιχα, σε ένα V – I διάγραμμα η κλίση ισούται με την αντίσταση R



18970 τράπεζας θεμάτων

2.2. Οι χαρακτηριστικές καμπύλες δύο αντιστατών A και B φαίνονται στο διπλανό σχήμα.

Για τις αντιστάσεις των δύο αντιστατών ισχύει:

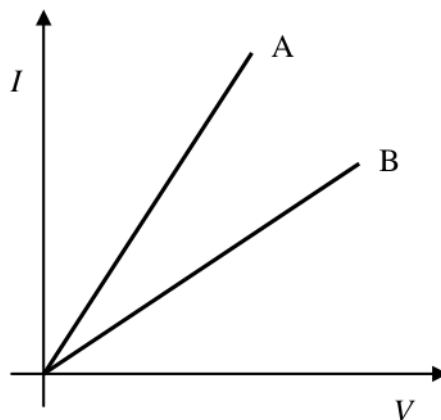
(α) $R_A > R_B$, (β) $R_A < R_B$, (γ) $R_A = R_B$

2.2.A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

Μονάδες 9

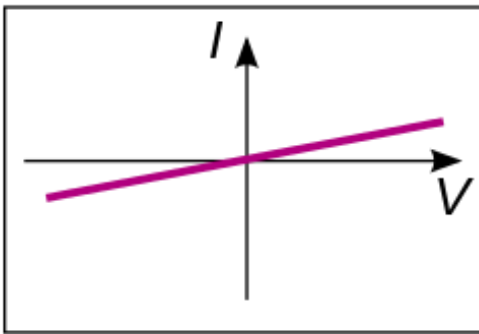


- Για την ίδια ένταση ρεύματος ο αντιστάτης B έχει μεγαλύτερη τάση κι επειδή $V = IR$ θα πρέπει R_B μεγαλύτερο
- Για το ίδιο V , ο αντιστάτης B διαρρέεται από ρεύμα μικρότερης έντασης. Άρα έχει μεγαλύτερη αντίσταση.

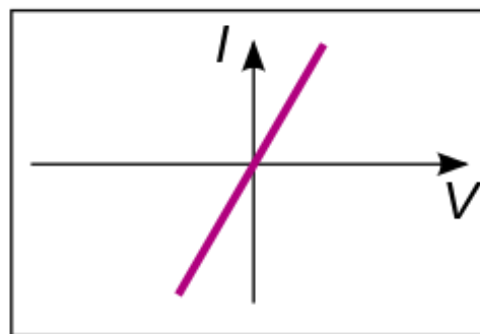
Δεν είναι πάντα $R = \text{σταθερό!}$

- Δηλαδή δεν υπακούουν όλες οι συσκευές στο νόμο του Ohm
- Ισοδύναμα, δεν είναι όλες οι συσκευές αντιστάτες...

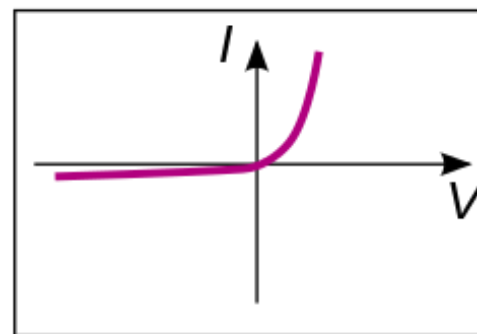
Large resistance



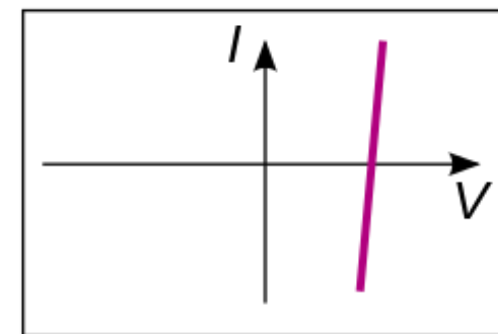
Small resistance



Diode



Battery



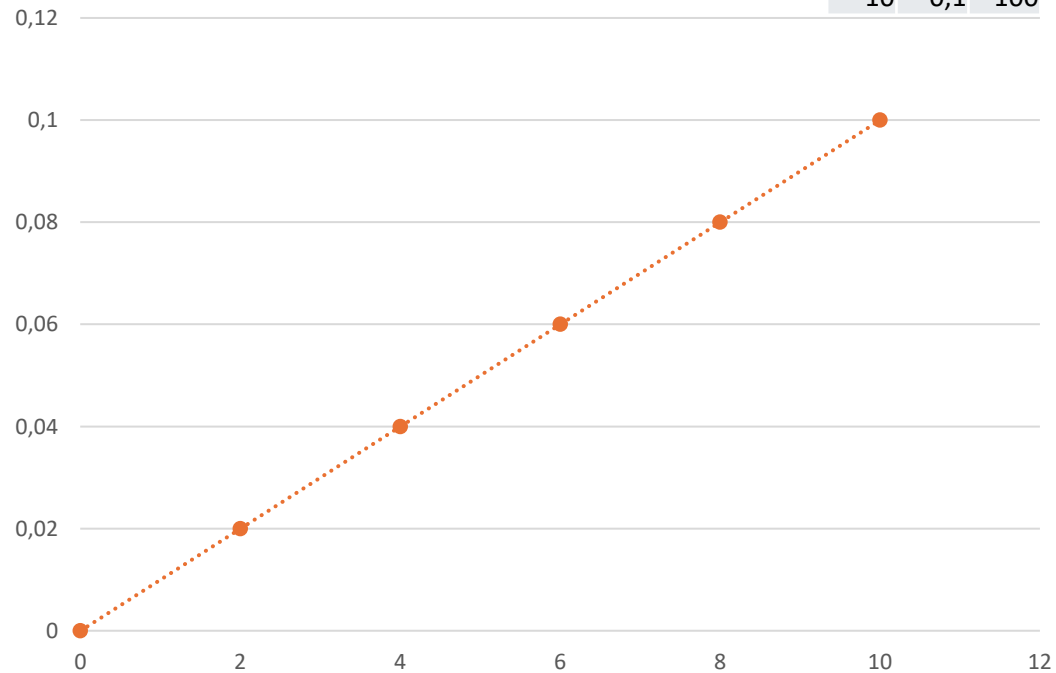
- Δίοδος
 - μεγάλη κλίση δηλ μικρή αντίσταση για θετική τάση
 - μικρή κλίση άρα μεγάλη αντίσταση για αρνητική τάση
- Πηγή τάσης:
 - Σταθερό V ανεξάρτητα από το I
 - Μεγάλη κλίση $\Leftrightarrow$ μικρή αντίσταση (ιδανικά μηδέν!)

Αντιστάτης vs Λαμπτήρας

Αντιστάτης

I-V Αντιστάτη

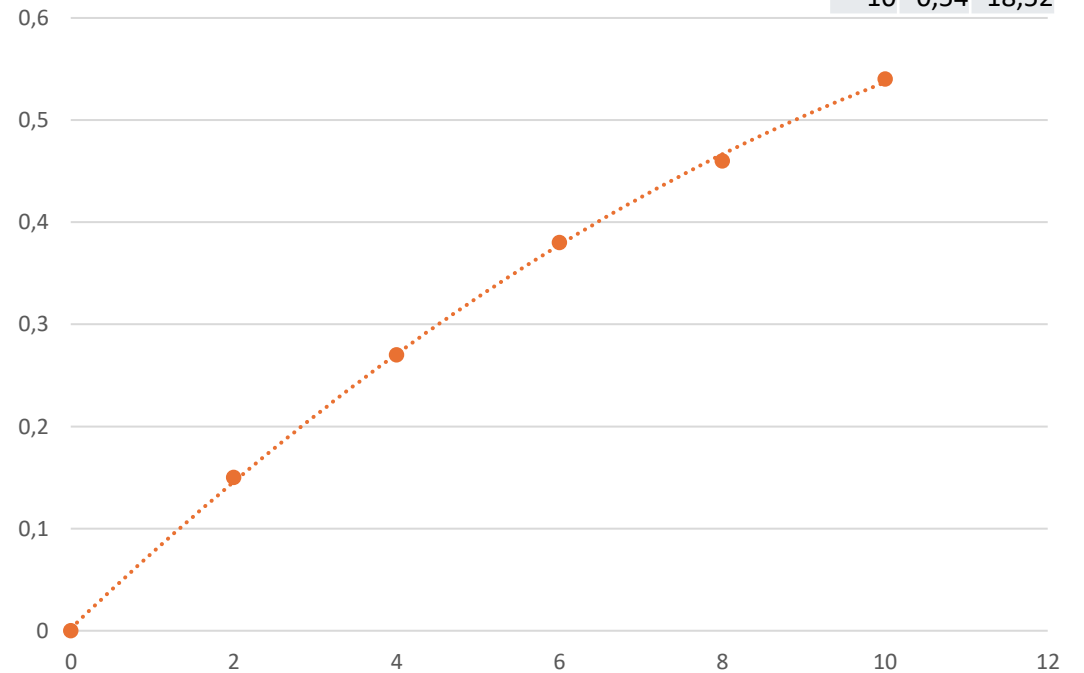
V (V)	I (A)	R (Ω)
0	0	
2	0,02	100
4	0,04	100
6	0,06	100
8	0,08	100
10	0,1	100



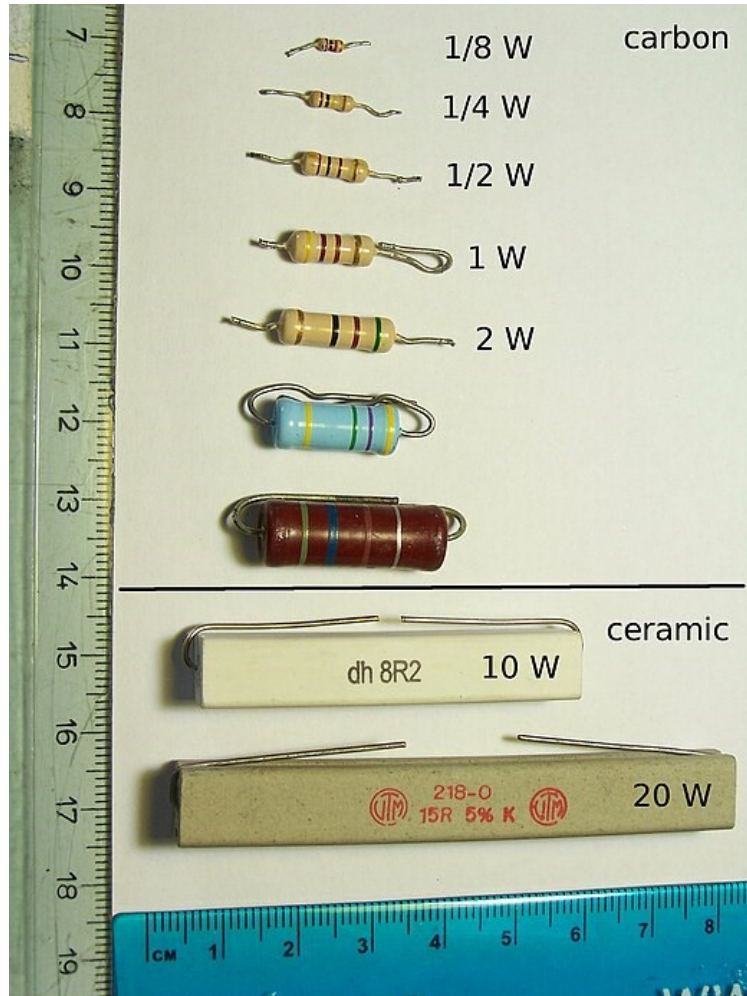
Λαμπτήρας

I-V λαμπτήρας πυρακτώσεως

V (V)	I (A)	R (Ω)
0	0	
2	0,15	13,33
4	0,27	14,81
6	0,38	15,79
8	0,46	17,39
10	0,54	18,52

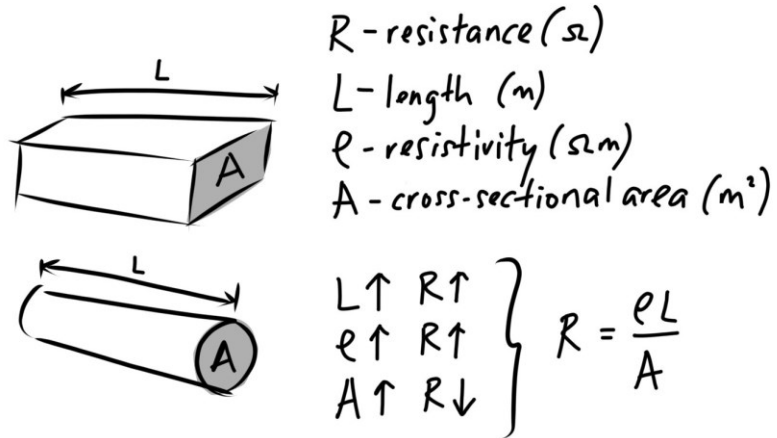


Μορφή αντιστατών και σύμβολα



Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η αντίσταση ενός αντιστάτη

Η αντίσταση R αγωγού που έχει μορφή κυλινδρικού σύρματος



- Εξαρτάται από το υλικό του και τη θερμοκρασία (ειδική αντίσταση ρ)
- Είναι ανάλογη του μήκους του l
- Είναι αντιστρόφως ανάλογη του εμβαδού διατομής S

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

Ειδική αντίσταση ρ

- Μονάδες $\Omega \cdot m$
- Συνάρτηση της θερμοκρασίας:

$$\rho_{\theta} = \rho_0(1 + \alpha\theta)$$

- ρ_{θ} : η ειδ. αντίσταση σε θερμοκρασία θ °C
- ρ_0 : η ειδ. αντίσταση σε θερμοκρασία 0 °C
- α : θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης σε (°C)⁻¹
- Αν θεωρήσουμε αμετάβλητες τις διαστάσεις ενός αγωγού λόγω θερμικής διαστολής τότε:

$$R_{\theta} = R_0(1 + \alpha\theta)$$

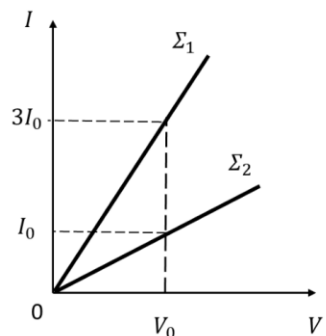
17248 τράπεζας θεμάτων

2.2. Στο διπλανό σχήμα έχει παρασταθεί γραφικά, για δύο χάλκινα σύρματα Σ_1 και Σ_2 , η ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που τα διαρρέει, σε συνάρτηση με την ηλεκτρική τάση V που εφαρμόζεται στα άκρα τους. Τα δύο χάλκινα σύρματα έχουν το ίδιο μήκος ℓ . Για τα εμβαδά διατομής S_1 και S_2 των δύο συρμάτων θα ισχύει:

(α) $S_1 = 3S_2$ (β) $S_2 = 3S_1$ (γ) $S_1 = S_2$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



Μονάδες 4

Μονάδες 9

Από το διάγραμμα I-V: $R_1 = \frac{V_0}{3I_0}$

και $R_2 = \frac{V_0}{I_0}$

άρα $R_1 = \frac{R_2}{3}$ ή $R_2 = 3R_1$

Τα σύρματα έχουν ίδιο ρ και ℓ

$\rho \frac{\ell}{S_2} = 3\rho \frac{\ell}{S_1}$ άρα $S_1 = 3S_2$

Homework: 17875 τράπεζας θεμάτων

- Hints

- Όγκος κυλίνδρου = μήκος επί εμβαδό βάσης ή $V = L \cdot S$
- ...άρα ο αγωγός που έχει τριπλάσιο μήκος θα έχει υποτριπλάσιο εμβαδόν βάσης.

2.2. Δύο ομογενείς κυλινδρικοί μεταλλικοί αγωγοί A και B, είναι κατασκευασμένοι από το ίδιο υλικό, έχουν ίδιο όγκο ($V_A = V_B$), βρίσκονται στην ίδια σταθερή θερμοκρασία, με αντιστάσεις R_A και R_B αντίστοιχα. Αν ο αγωγός B έχει τριπλάσιο μήκος από τον αγωγό A, ($L_B = 3 \cdot L_A$), τότε η αντίσταση R_B θα ισούται με:

(α) $3 \cdot R_A$, (β) $\frac{R_A}{6}$, (γ) $9 \cdot R_A$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

Ειδικές αντιστάσεις και θερμ. συντελεστές για υλικά

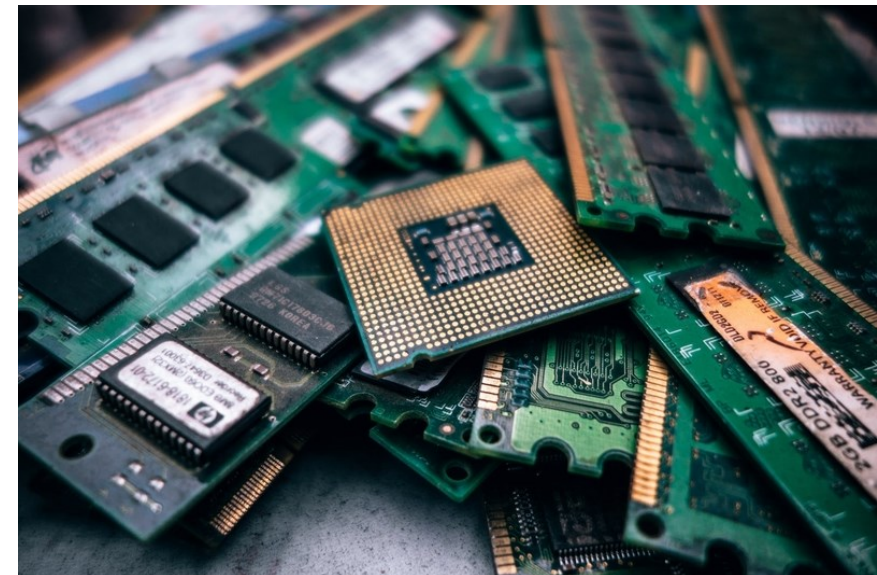
Υλικό	Ειδική αντίσταση, ρ ($\Omega \cdot m$) στους 20°C	Θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης, α (°C) ⁻¹
<i>Αγωγοί</i>		
Αργυρος	1.59×10^{-8}	0.0038
Χαλκός	1.68×10^{-8}	0.0039
Χρυσός	2.44×10^{-8}	0.0034
Αλουμίνιο	2.65×10^{-8}	0.0039
Βολφραΐμιο	5.60×10^{-8}	0.0045
Σίδηρος	9.71×10^{-8}	0.0065
Πλατίνα	10.60×10^{-8}	0.0039
Ατσάλι	20.00×10^{-8}	
Μόλυβδος	22.00×10^{-8}	
Μαγγανίνη (Cu, Mn, Ni κράμα)	48.20×10^{-8}	0.000002
Κονσταντάνη (Cu, Ni κράμα)	49.00×10^{-8}	0.00003
Υδράργυρος	98.00×10^{-8}	0.0009
Νικρώμιο (Ni, Fe, Cr κράμα)	100.00×10^{-8}	0.0004

- Μέταλλα: $\alpha > 0$, η αντίσταση αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας
- Υπάρχουν κράματα που πρακτικά $\alpha = 0$, δηλαδή έχουμε αντίσταση που δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία

Ειδικές αντιστάσεις και θερμ. συντελεστές για υλικά

- Ημιαγωγοί: υλικά με τιμές ειδ. αντίστασης μεταξύ αγωγών και μονωτών.
- $\alpha < 0$: η ειδική αντίσταση ελαττώνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία
- Η αγωγιμότητά τους μπορεί να αλλοιωθεί με χρήσιμους τρόπους με την εισαγωγή ατελειών στην κρυσταλλική δομή.
- Περιοχές με διαφορετικές ατέλειες ενώνονται στον ίδιο κρύσταλλο και δημιουργείται μια ένωση ημιαγωγών.
- Η συμπεριφορά των φορέων φορτίου σε αυτές τις «διασταυρώσεις» είναι η βάση των διόδων, των τρανζίστορ και των πιο σύγχρονων ηλεκτρονικών.

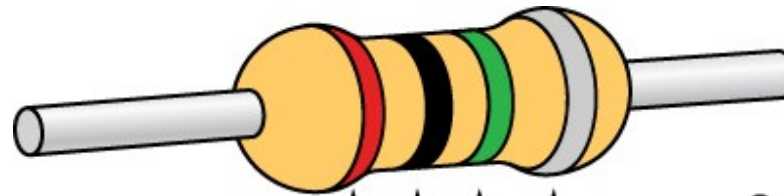
Υλικό	Ειδική αντίσταση, ρ ($\Omega \cdot m$) στους 20°C	Θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης, α (°C) ⁻¹
Ημιαγωγοί		
Άνθρακας (καθαρός)	3.50×10^{-5}	-0.0005
Άνθρακας	$(3.5 - 60) \times 10^{-5}$	-0.0005
Γερμάνιο (καθαρό)	600×10^{-3}	-0.048
Γερμάνιο	$(1 - 600) \times 10^{-3}$	-0.050
Πυρίτιο (καθαρό)	2300	-0.075
Πυρίτιο	0.1 - 2300	-0.07



Ειδικές αντιστάσεις και θερμ. συντελεστές για υλικά

Υλικό	Ειδική αντίσταση, $\rho(\Omega \cdot m)$ στους 20°C
Μονωτές	
Κεχριμπάρι	5×10^{14}
Γυαλί	$10^9 - 10^{14}$
Lucite	$>10^{13}$
Μίκα	$10^{11} - 10^{15}$
Χαλαζίας (άμορφος)	75×10^{16}
Καουτσούκ	$10^{13} - 10^{16}$
Θείο	10^{15}
Teflon TM	$>10^{13}$
Ξύλο	$10^8 - 10^{11}$

Χρωματικοί κώδικες, παράδειγμα



First
digit

Second
digit

Multiplier

Tolerance

$$R = 20 \times 10^5 \Omega \pm 10\%$$

$$R = 2.0M \Omega \pm 0.2M \Omega$$

Color	Digit	Multiplier
Black	0	10^0
Brown	1	10^1
Red	2	10^2
Orange	3	10^3
Yellow	4	10^4
Green	5	10^5
Blue	6	10^6
Violet	7	10^7
Gray	8	10^8
White	9	10^9

Tolerance

Gold	5%
Silver	10%

Άλλες ασκήσεις κεφαλαίου από τράπεζα

ΘΕΜΑ 2

2.1. Διαθέτουμε δύο χάλκινους αγωγούς, που έχουν αντιστάσεις R_1 και R_2 , ίδιο εμβαδό διατομής και μήκη $l_1 = l$ και $l_2 = 2l$ αντίστοιχα. Η σχέση που συνδέει τις δύο αντιστάσεις είναι:

(α) $R_1 = 2 \cdot R_2$.

(β) $R_1 = R_2$.

(γ) $R_2 = 2 \cdot R_1$.

2.1.A. Να επιλέξετε την ορθή πρόταση.

Μονάδες 4

2.1.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8

2.2. Ένα χάλκινο κυλινδρικό σύρμα Α, με διάμετρο διατομής $\delta_A = 2\text{mm}$, έχει ωμική αντίσταση $R_A = 8\Omega$.

Ένα άλλο κυλινδρικό χάλκινο σύρμα Β, ίσου μήκους με το σύρμα Α, έχει διάμετρο διατομής $\delta_B = 0,5\text{mm}$.

Η ωμική αντίσταση R_B του σύρματος Β είναι:

(α) $R_B = 0,5\Omega$, **(β)** $R_B = 32\Omega$, **(γ)** $R_B = 128\Omega$

2.2.A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

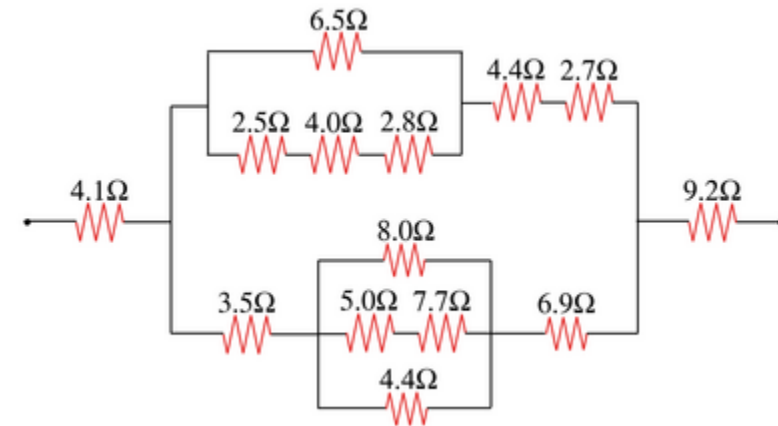
Μονάδες 4

2.2.B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9

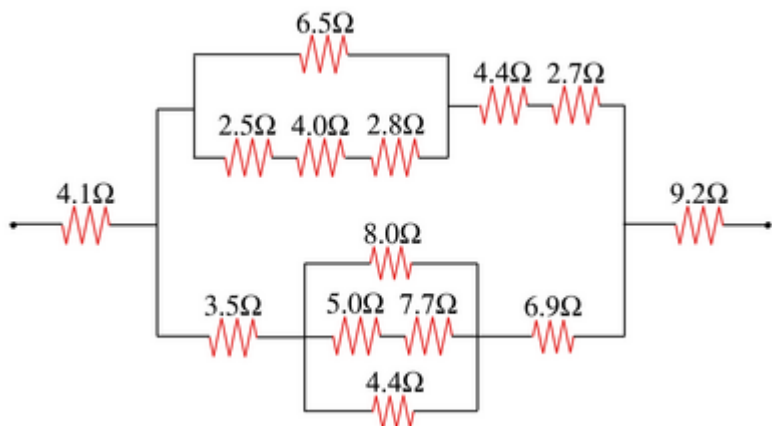
2.5 Συνδεσμολογία αντιστατών

- Έστω το σύστημα αντιστατών του διπλανού σχήματος. Σε ένα κύκλωμα έχουμε τη δυνατότητα να αντικαταστήσουμε όλο το σύστημα με έναν μόνο αντιστάτη.
- Η τιμή της αντίστασης αυτού του αντιστάτη λέγεται ισοδύναμη αντίσταση $R_{\text{ισ}}$



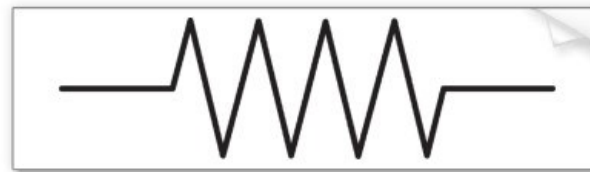
Ισοδύναμη αντίσταση

Σύστημα αντιστατών



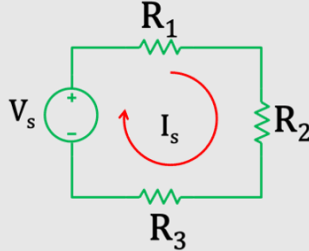
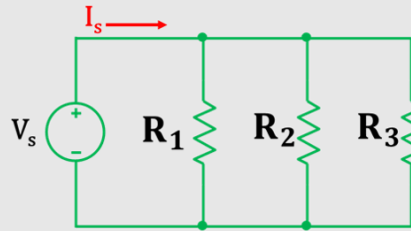
Έστω ότι στα άκρα του συστήματος εφαρμόζουμε τάση V . Μετράμε την ένταση του ρεύματος στην πηγή και βρίσκουμε I .

Ισοδύναμη αντίσταση



Αν στην ισοδύναμη αντίσταση εφαρμόσουμε την ίδια τάση V , τότε θα διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα I .

Υπολογισμός ισοδύναμης αντίστασης

	Series	Parallel
How it looks		
Voltage	$V_s = V_1 + V_2 + V_3$ $V_1 = I_s R_1; V_2 = I_s R_2; V_3 = I_s R_3$	$V_s = V_1 = V_2 = V_3 = I_s R_{eq}$
Current	$I_s = I_1 = I_2 = I_3 = \frac{V_s}{R_{eq}}$	$I_s = I_1 + I_2 + I_3$ $I_1 = \frac{V_s}{R_1}; I_2 = \frac{V_s}{R_2}; I_3 = \frac{V_s}{R_3}$
Resistance	$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$	$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

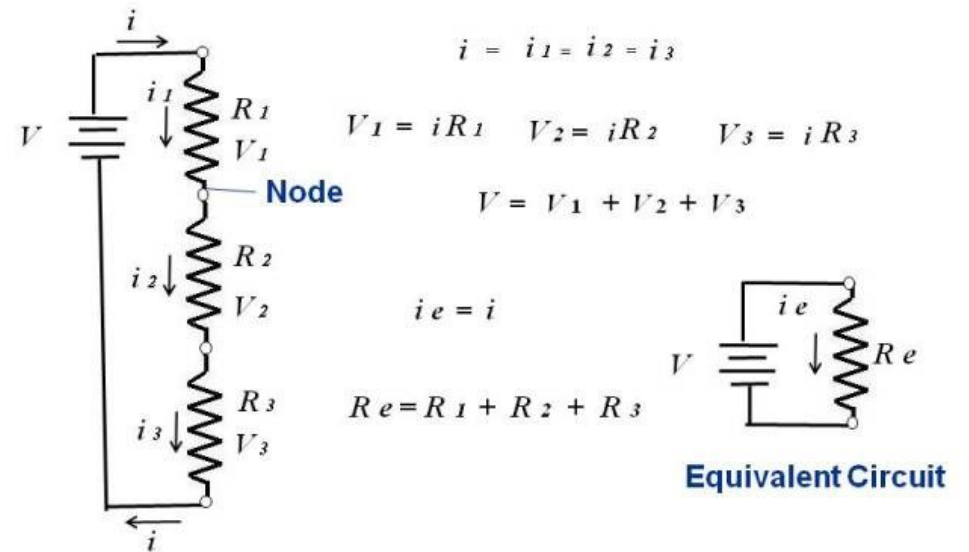
Hints (series)

- Για αντιστάτες συνδεδεμένους σε σειρά, κάθε φορά που συνδέουμε έναν καινούργιο αντιστάτη, η ισοδύναμη αντίσταση αυξάνεται.

National Aeronautics and Space Administration



Resistors in Series

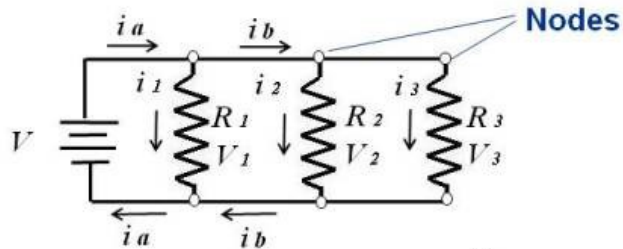


Hints (parallel)

National Aeronautics and Space Administration

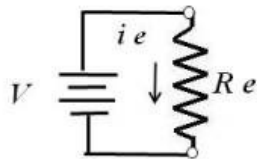


Resistors in Parallel



$$V = V_1 = V_2 = V_3 \quad i_1 = \frac{V}{R_1} \quad i_2 = \frac{V}{R_2} \quad i_3 = \frac{V}{R_3}$$

$$i_b = i_2 + i_3 \quad i_a = i_1 + i_b = i_1 + i_2 + i_3$$



Equivalent Circuit

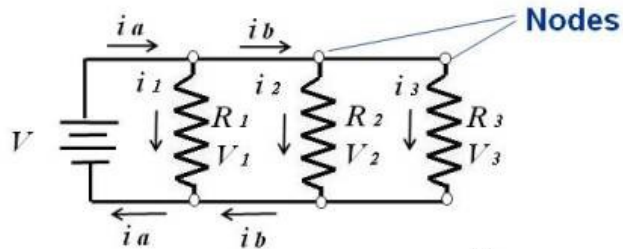
$$i_e = i_a$$
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

- Κάθε φορά που συνδέουμε έναν αντιστάτη παράλληλα, η ισοδύναμη αντίσταση ελαττώνεται.
- Η ισοδύναμη αντίσταση είναι μικρότερη από την μικρότερη αντίσταση του αρχικού κυκλώματος! Παράδειγμα: έστω δύο αντιστάτες 1Ω και 2Ω συνδεδεμένοι παράλληλα. Η ισοδύναμη αντίσταση είναι μικρότερη από 1Ω (στο συγκεκριμένο παράδειγμα $0,67\Omega$).

Hints (parallel)

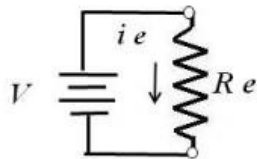
National Aeronautics and Space Administration

Resistors in Parallel



$$V = V_1 = V_2 = V_3 \quad i_1 = \frac{V}{R_1} \quad i_2 = \frac{V}{R_2} \quad i_3 = \frac{V}{R_3}$$

$$i_b = i_2 + i_3 \quad i_a = i_1 + i_b = i_1 + i_2 + i_3$$

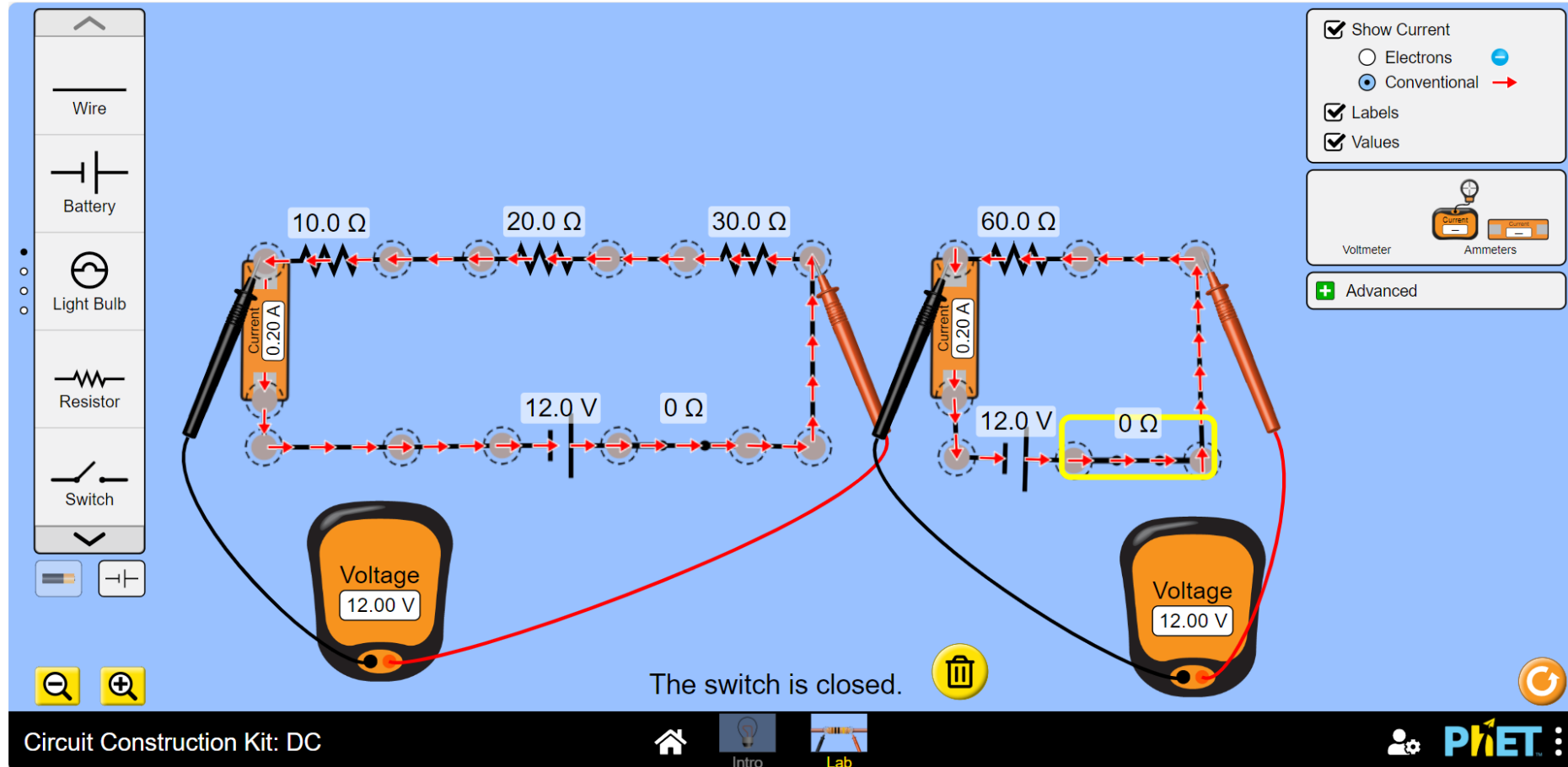


Equivalent Circuit

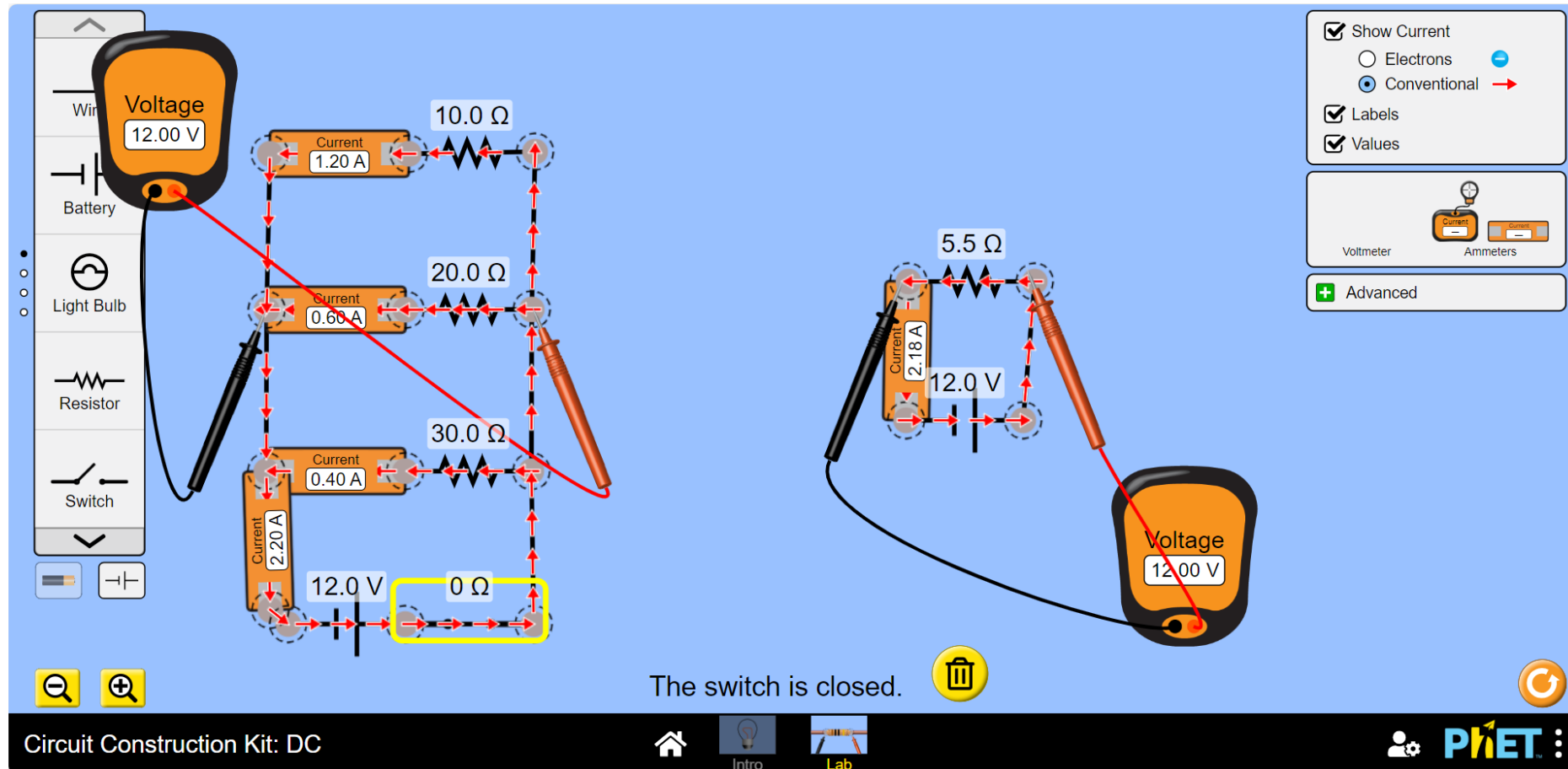
$$i_e = i_a$$
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

- Έστω ότι έχουμε N αντιστάτες που έχουν την ίδια τιμή αντίστασης R και είναι συνδεδεμένοι παράλληλα. Τότε:
$$R_{\text{ισ}} = \frac{R}{N}$$
- Σύμφωνα με το παραπάνω, αν έχουμε δύο ίσους αντιστάτες συνδεδεμένους παράλληλα, τότε η ισοδύναμη αντίσταση είναι η μισή.

Παράδειγμα σε σειρά, phet

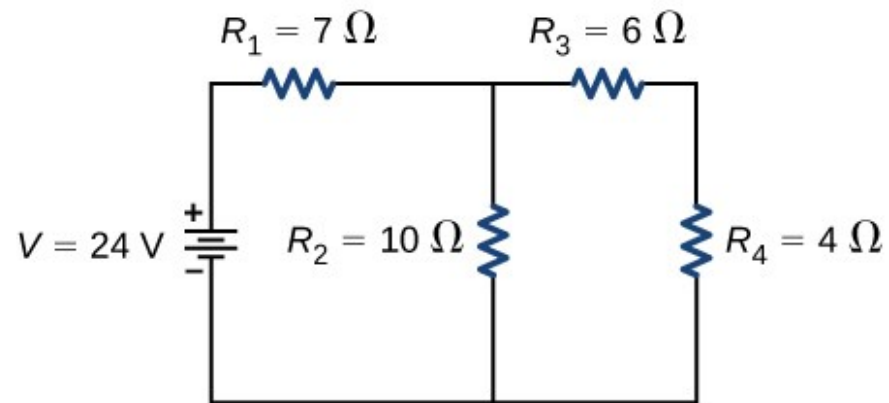


Παράδειγμα παράλληλη σύνδεση, phet



Επίλυση σύνθετου κυκλώματος

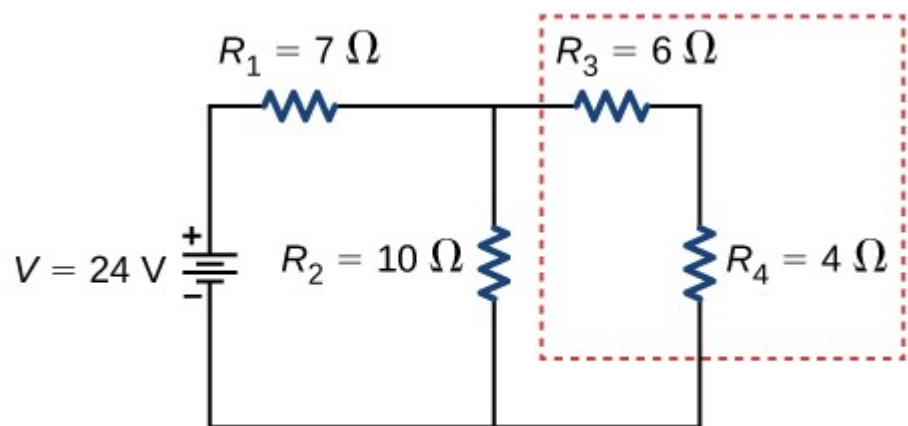
- Να βρεθούν



(a) Circuit schematic

- η ισοδύναμη αντίσταση,
- το ρεύμα
- και η τάση σε κάθε αντιστάτη.

Επίλυση σύνθετου κυκλώματος



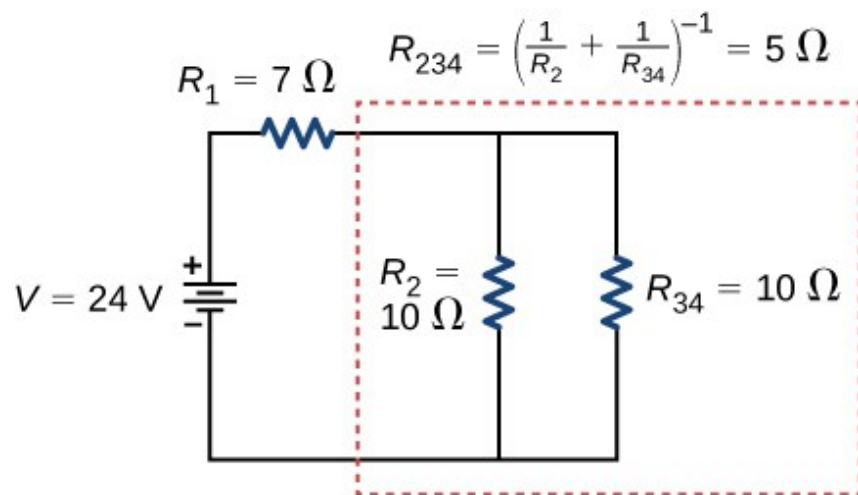
(b) Step 1: resistors R_3 and R_4 in series

Οι αντιστάτες R_3 και R_4 είναι συνδεδεμένοι σε σειρά.

Η ισοδύναμη αντίστασή τους είναι

$$R_{34} = R_3 + R_4 = 6\ \Omega + 4\ \Omega = 10\ \Omega$$

Επίλυση σύνθετου κυκλώματος



(c) Step 2: resistors R_2 and R_{34} in parallel

Η R_{34} είναι συνδεδεμένη παράλληλα με την R_2 . Έστω R_{234} η ισοδύναμη αντίστασή τους.

Ισχύει:

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_{34}} + \frac{1}{R_{234}} \text{ άρα}$$

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \text{ άρα}$$

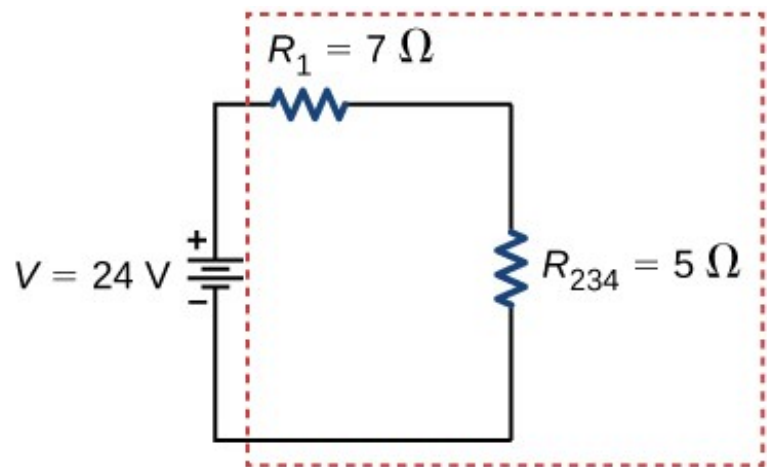
$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{2}{10} \text{ άρα } R_{234} = \frac{10}{2} = 5 \Omega$$

Επίλυση σύνθετου κυκλώματος

- Η R_{234} είναι σε σειρά με τη R_1 στο νέο ισοδύναμο.

Τελικά,

$$R_{\iota\sigma} = R_{234} + R_1 = 5\Omega + 7\Omega = 12\Omega$$



(d) Step 3: resistors R_1 and R_{234} in series

Επίλυση σύνθετου κυκλώματος

Βρίσκουμε το ρεύμα I της πηγής με το νόμο του Ohm στο ισοδύναμο κύκλωμα:



(e) Simplified schematic reflecting equivalent resistance R_{eq}

$$I = \frac{V}{R_{\iota\sigma}} = \frac{24V}{12\Omega} = 2A$$

Επίλυση σύνθετου κυκλώματος

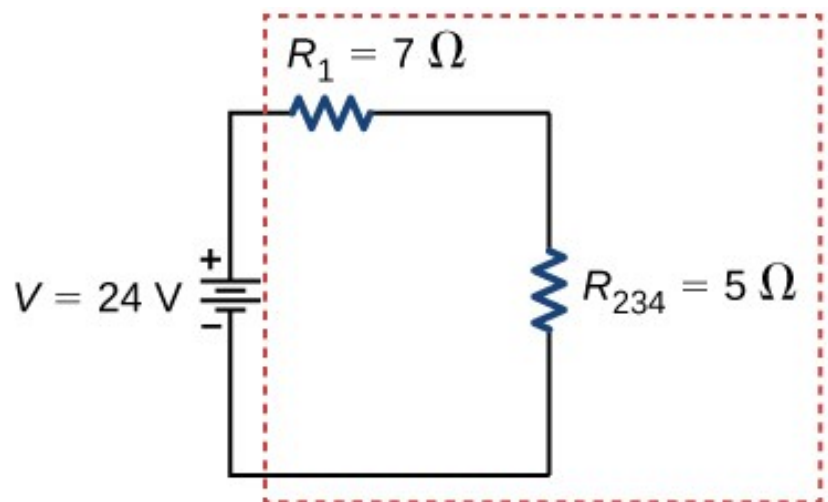
Το ρεύμα $I = 2\text{A}$ περνάει από τη R_1
και συνεπώς

$$I_1 = 2\text{A}$$

και

$$V_1 = I_1 R_1 = 14\text{V}$$

Αυτό σημαίνει ότι (2^{ος} Kirchhoff)
 $V_{234} = V - V_1 = 24\text{V} - 14\text{V} = 10\text{V}$



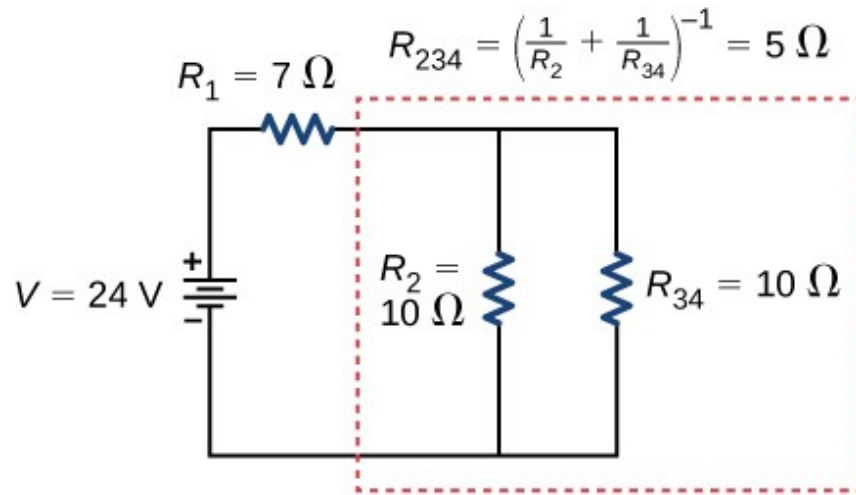
(d) Step 3: resistors R_1 and R_{234} in series

Επίλυση σύνθετου κυκλώματος

$$V_{234} = V_2 = V_{34} = 10V$$

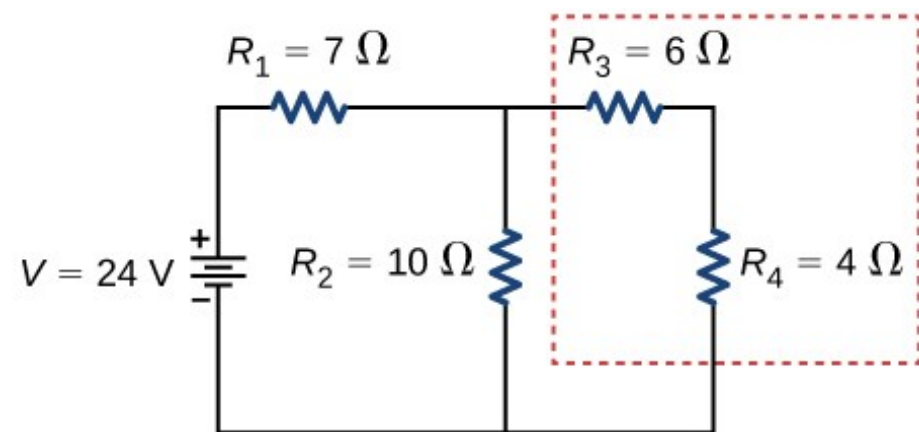
$$\text{Άρα } I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{10V}{10\Omega} = 1A$$

$$\text{Ομοίως, } I_{34} = \frac{V_{34}}{R_{34}} = \frac{10V}{10\Omega} = 1A$$



(c) Step 2: resistors R_2 and R_{34} in parallel

Επίλυση σύνθετου κυκλώματος



(b) Step 1: resistors R_3 and R_4 in series

Τέλος, το ρεύμα στους αντιστάτες 3 & 4 είναι

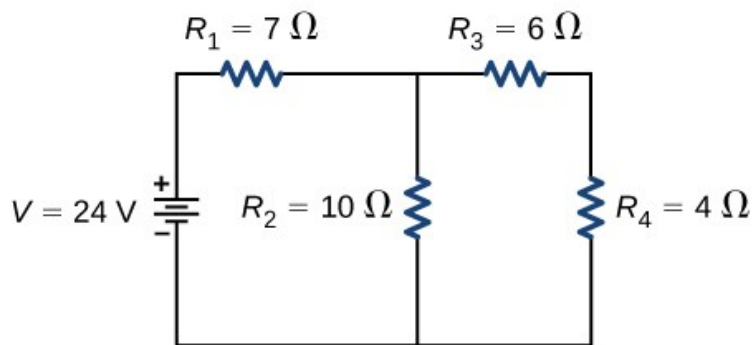
$$I_3 = I_4 = I_{34} = 1\text{ A}$$

Και εύκολα από το νόμο του Ohm

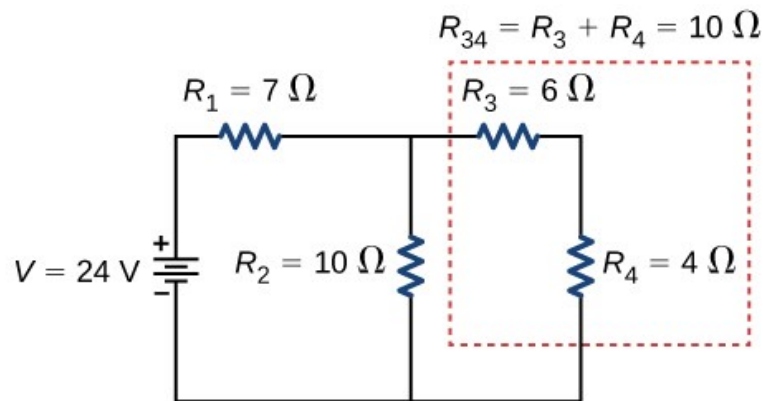
$$V_3 = I_3 R_3 = 1\text{ A} \cdot 6\ \Omega = 6\text{ V}$$

$$V_4 = I_4 R_4 = 1\text{ A} \cdot 4\ \Omega = 4\text{ V}$$

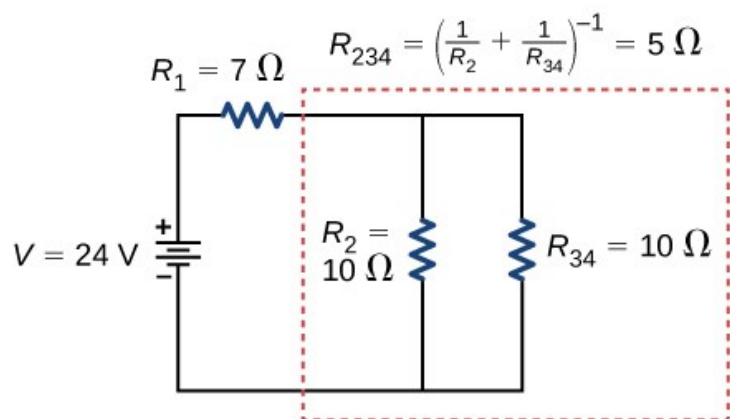
Επίλυση σύνθετου κυκλώματος



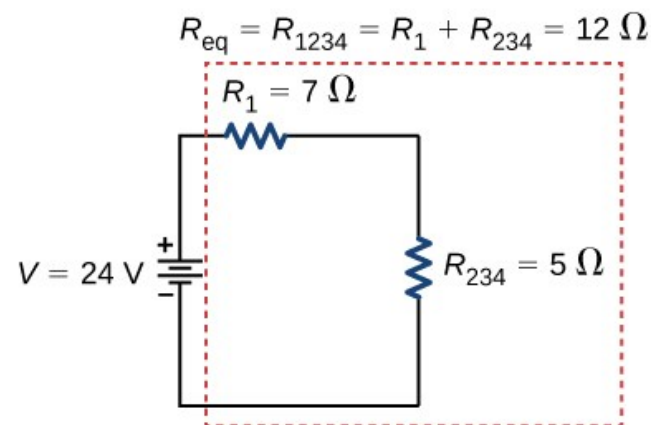
(a) Circuit schematic



(b) Step 1: resistors R_3 and R_4 in series



(c) Step 2: resistors R_2 and R_{34} in parallel



(d) Step 3: resistors R_1 and R_{234} in series



(e) Simplified schematic reflecting equivalent resistance R_{eq}

Μελέτη - ασκήσεις

- Παραδείγματα 5 & 6 σελ. 86,87
- Ερωτήσεις
 - 17 ως 19 σελ. 122
 - 28 από σελ. 123
 - 35 από σελ. 124
- Προβλήματα 10, 11, 12 σελ. 131-132

2.7 Ενέργεια και ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος

Ενέργεια ηλ. ρεύματος

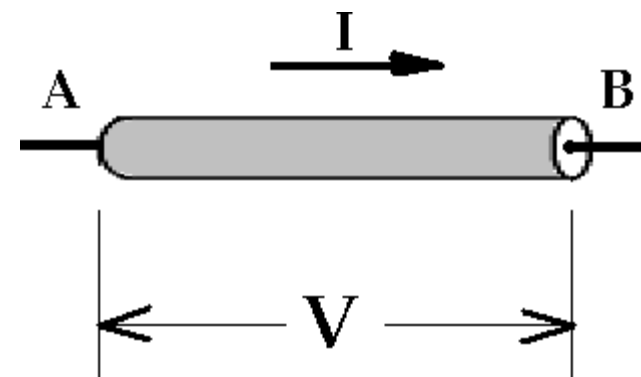
- Έστω συσκευή που διαρρέεται από συνεχές & σταθερό ρεύμα I και η τάση στα άκρα της είναι V
- Η συσκευή λειτουργεί για χρόνο t , οπότε το φορτίο που περνάει από αυτή είναι $q = It$
- Το έργο

$$W = Vq = V(It) \text{ άρα}$$

$$\mathbf{W = VIt}$$

ισοούνται

- με την απώλεια της δυναμικής ενέργειας του φορτίου q και, σύμφωνα με την αρχή της διατήρησης της ενέργειας,
- με την ενέργεια που αποδίδεται στη συσκευή και μετατρέπεται σε άλλες μορφές (πχ θερμική, φωτεινή, κινητική κλπ)



Ενέργεια ηλ. ρεύματος

- Αν αυτή η συσκευή είναι ωμική αντίσταση τότε όλη η ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα

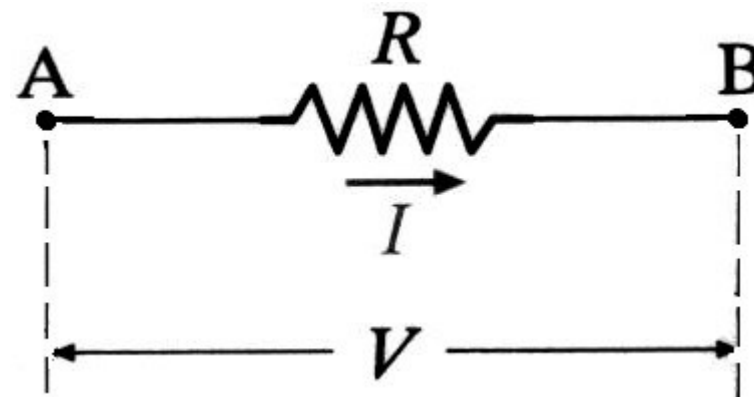
- Νόμος Ohm: $I = \frac{V}{R}$ ή $V = IR$

- $W = VIt = V\left(\frac{V}{R}\right)t = \frac{V^2}{R}t$ άρα

$$W = \frac{V^2}{R}t$$

- $W = VIt = (IR)It = I^2Rt$ άρα

$$W = I^2Rt$$



Ισχύς

- Φυσικό μέγεθος που μας δείχνει πόσο γρήγορα ή αργά μετατρέπεται η ενέργεια

$$P = \frac{W}{t}$$

- Μονάδες: $1W = \frac{1J}{1s}$

- Για κάθε συσκευή $P = \frac{W}{t} = \frac{VI t}{t}$ άρα

$$P = VI$$

- Σε αντιστάτη: $P = \frac{V^2}{R}$ και $P = I^2 R$

POWER [Watt] = $\frac{\text{WORK [Joule]}}{\text{TIME [Sec]}}$

Rate of work done

Quantity of work performed

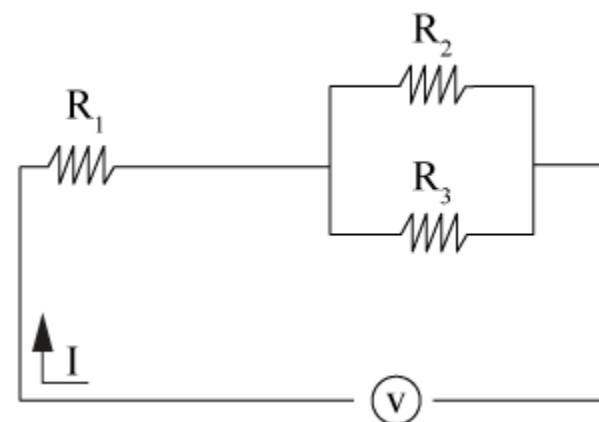
Time required for work completion

$$P = \frac{W}{t}$$

Παράδειγμα 8, σελ. 92-93

Αν $P_2 = 300W$, $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 3\Omega$ και $R_3 = 6\Omega$,
βρείτε τα $P_1, P_2, P_3, P_{ολ}$ και την τάση V

- $P_2 = I_2^2 R_2$ άρα $I_2 = \sqrt{\frac{P_2}{R_2}} = \sqrt{\frac{300W}{3\Omega}} = 10A$ και
 $P_2 = V_2 I_2$ άρα $V_2 = \frac{P_2}{I_2} = \frac{300W}{10A} = 30V$
- Όμως $V_3 = V_2$ άρα $P_3 = \frac{V_3^2}{R_3} = \frac{(30V)^2}{6\Omega} = 150W$
- Άρα $I_3 = \frac{P_3}{V_3} = \frac{150W}{30V} = 5A$
- 1^{ος} Kirchhoff: $I_1 = I_2 + I_3 = 10A + 5A = 15A$
- $P_1 = I_1^2 R_1 = (15A)^2 \cdot 3\Omega = 675W$

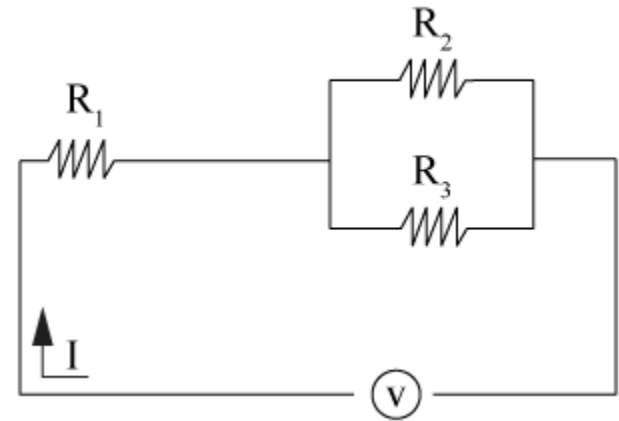


Παράδειγμα 8, σελ. 92-93

- $P_{o\lambda} = P_1 + P_2 + P_3 = 675W + 300W + 150W = 1125W$

Αυτή είναι η ισχύς που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα και ισούται με την ισχύ σε όλους τους αντιστάτες

- Η τάση στην πηγή είναι $V = \frac{P_{o\lambda}}{I_1} = \frac{1125W}{15A} = 75V$



Βατώρες και κιλοβατώρες

- Βατώρα: η ενέργεια που μετατρέπει μια συσκευή ισχύος $P = 1W$ όταν λειτουργήσει για χρόνο $t = 1h$:

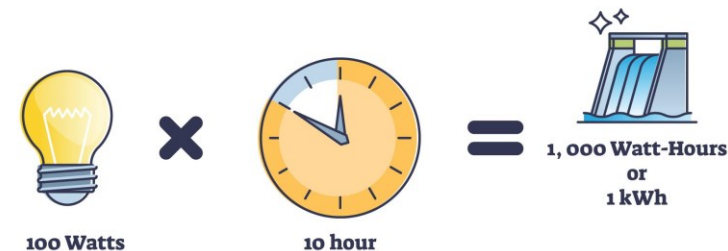
$$W = Pt = (1W) \cdot (1h) = 1Wh$$

- Κιλοβατώρα: η ενέργεια που μετατρέπει μια συσκευή ισχύος $P = 1000W = 1kW$ όταν λειτουργήσει για χρόνο $t = 1h$

$$W = Pt = (1kW) \cdot (1h) = 1kWh$$

Kilowatt-Hour (kWh)

POWER × TIME = ENERGY CONSUMPTION



Βατώρες και κιλοβατώρες

- Σε πόσα joule αντιστοιχεί μια βατώρα;

$$1Wh = (1W) \cdot (1h) = \left(\frac{1J}{1s}\right) \cdot (3600s) = 3.600J$$

- Σε πόσα joule αντιστοιχεί μια κιλοβατώρα;

$$\begin{aligned} 1kWh &= (1kW) \cdot (1h) = (1000W) \cdot (3600s) = \left(\frac{1000J}{1s}\right) \cdot (3600s) \\ &= 3.600.000J \end{aligned}$$

Κόστος λειτουργίας συσκευής

Θερμοσίφωνα έχει ισχύ 5500W.
Πόση ενέργεια «καταναλώνει» αν
λειτουργήσει για μισή ώρα; Πόσο
είναι το κόστος λειτουργίας αν 1kWh
κοστίζει 0,2€;

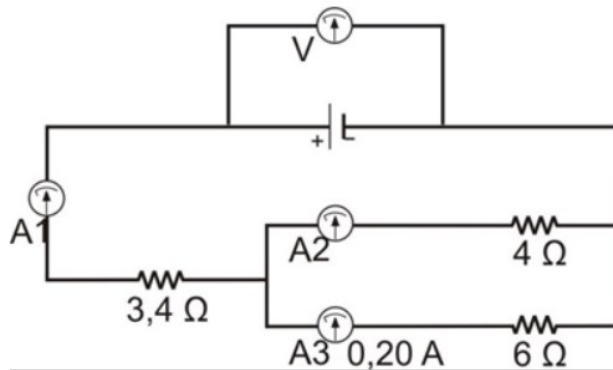
$$W = Pt = (5,5kW) \cdot (0,5h) \\ = 2,75kWh$$

$$\text{Κόστος} = 2,75kWh \cdot \frac{0,2\epsilon}{kWh} = 0,55\epsilon$$



22667 τράπεζας θεμάτων: ολοκλήρωση ερωτήματα 4.3 & 4.4

Τα αμπερόμετρα του παρακάτω κυκλώματος έχουν αμελητέα εσωτερική αντίσταση και το βολτόμετρο είναι ιδανικό. Με βάση τα δεδομένα που αναγράφονται στο σχήμα για αυτό το ηλεκτρικό κύκλωμα, να υπολογίσετε:



4.1. Τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη που έχει αντίσταση 6Ω .

Μονάδες 4

4.2. Την ένδειξη του αμπερομέτρου A2.

Μονάδες 5

4.3. Την ένδειξη του αμπερομέτρου A1 και την ηλεκτρική ισχύ της αντίστασης που διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα με το αμπερόμετρο A1.

Μονάδες 8

4.4. Την ένδειξη του ιδανικού βολτομέτρου που είναι συνδεδεμένο στους πόλους της ηλεκτρικής πηγής και την ενέργεια που καταναλώνει το εξωτερικό για την πηγή κύκλωμα σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 1 \text{ h}$.

Μονάδες 8

Θεωρούμε $R_1 = 3,4 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$ και $R_3 = 6 \Omega$

- 4.3: από 1^ο Kirchhoff είχαμε βρει ότι $I_1 = 0,50 \text{ A}$. Βρίσκουμε απευθείας την ισχύ

$$P_1 = I_1^2 R_1 = (0,50 \text{ A})^2 \cdot 3,4 \Omega = 0,85 \text{ W}$$

- 4.4: είχαμε βρει ότι $V = 2,90 \text{ V}$

Η ισχύς στην πηγή (άρα και στο εξωτερικό κύκλωμα) είναι

$$P = V \cdot I = 2,90 \text{ V} \cdot 0,50 \text{ A} = 1,45 \text{ W}$$

Η ενέργεια που καταναλώνεται σε μία ώρα είναι

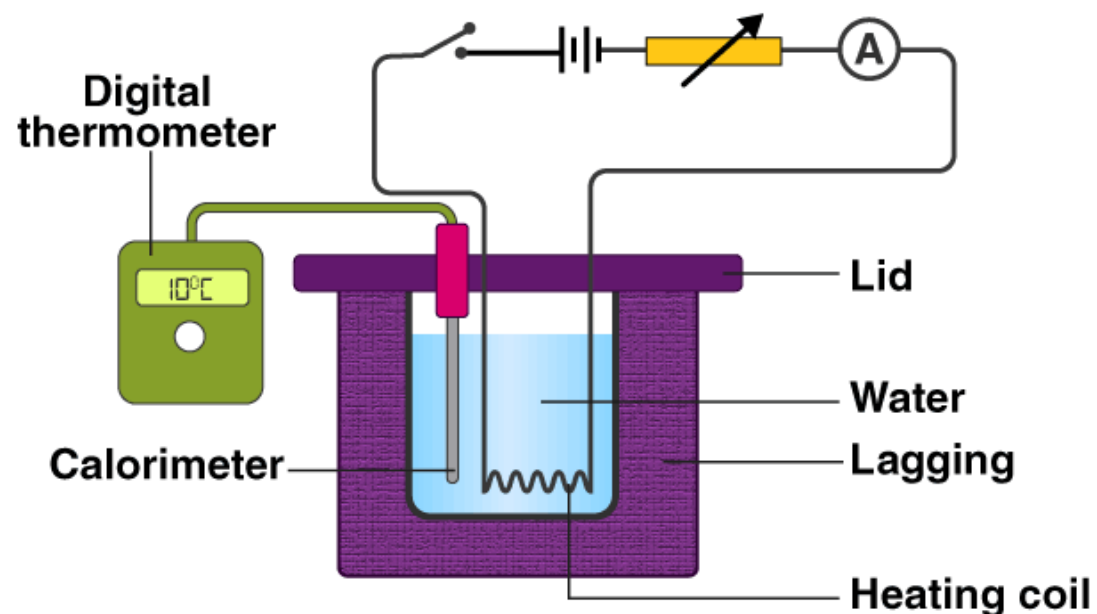
$$E = P \cdot t = 1,45 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} = 1,45 \text{ Wh} \text{ ή}$$
$$E = P \cdot t = 1,45 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 5220 \text{ J}$$

Μελέτη - ασκήσεις

- Ερωτήσεις
 - 4, 5 σελ. 121.
 - 11,12,15 σελ. 122
 - 24,25 σελ. 123
 - 37 σελ. 124

Νόμος Joule

- Σε μεταλλικό αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα, τα ηλεκτρόνια μεταφέρουν ενέργεια. Αν ο αγωγός έχει σταθερή θερμοκρασία τότε όλη η προσφερόμενη ηλεκτρική ενέργεια ισούται με τη θερμότητα που μεταφέρεται από τον αγωγό στο περιβάλλον
- Δηλαδή $W = Q$
- Όμως $W = P \cdot t = I^2 R t$ άρα
$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$
- Το ποσό θερμότητας Q που εκλύεται σ' ένα μεταλλικό αγωγό σταθερής θερμοκρασίας είναι ανάλογο
- του τετραγώνου της έντασης I του ρεύματος που τον διαρρέει,
- ανάλογο της αντίστασής του R
- και ανάλογο του χρόνου διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος t .



Εφαρμογές φαινομένου Joule: λαμπτήρας πυρακτώσεως

- Ηλεκτρικός λαμπτήρας πυρακτώσεως
 - Λεπτό σύρμα από μέταλλο που λιώνει πολύ δύσκολα (2700°C)
 - Αδρανές αέριο που εμποδίζει εξάχνωση
 - Το σύρμα φωτοβολεί όταν διαρρέεται από ρεύμα κατάλληλης έντασης.



Εφαρμογές φαινομένου Joule: συσκευές παραγωγής θερμότητας

- Ηλεκτρικές κουζίνες
- Ηλεκτρικές θερμάστρες
- Βραστήρες
- Θερμοσίφωνες
- ...

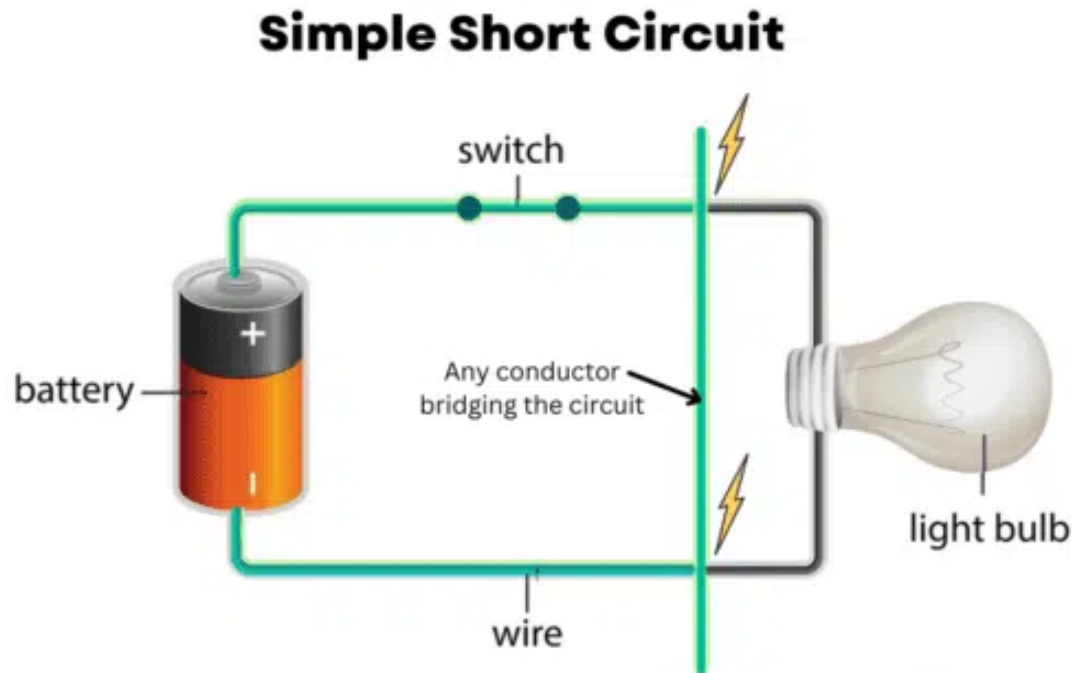


Εφαρμογές φαινομένου Joule: τηκόμενες ασφάλειες



- Μέταλλο που λιώνει εύκολα
- Όταν η ένταση του ρεύματος υπερβεί μια καθορισμένη τιμή, προκαλούν διακοπή του κυκλώματος
- Προφυλάσσουν τα κυκλώματα

Εφαρμογές φαινομένου Joule: βραχυκύκλωμα



The electricity will primarily take the path of least resistance, creating a shorter circuit, and eliminating the light bulb

- Είναι η σύνδεση δύο σημείων ενός κυκλώματος με αγωγό πολύ μικρής αντίστασης.
- Τμήμα του κυκλώματος κινδυνεύει από πολύ μεγάλη ένταση ρεύματος.

Στοιχεία κανονικής λειτουργίας συσκευής

- Κανονική τάση λειτουργίας V_K : η τάση που πρέπει να εφαρμοστεί στη συσκευή για να λειτουργήσει σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή

- Πχ 220V

- Κανονική ισχύς λειτουργίας P_K : η ισχύς που «καταναλώνει» η συσκευή όταν εφαρμοστεί σε αυτή τάση V_K

- Πχ 11W

- Εύρεση ρεύματος κανονικής λειτουργίας I_K :

$$P_K = V_K I_K \text{ άρα } I_K = \frac{P_K}{V_K}$$

- Εύρεση της αντίστασης R της συσκευής:

$$R = \frac{V_K}{I_K}$$

2.8 ΗΕΔ (ηλεκτρεγερτική δύναμη) πηγής

- $E = \frac{W}{q}$
- εκφράζει την ενέργεια που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα ανά μονάδα φορτίου
- Μονάδες: $\frac{1\text{J}}{1\text{C}} = 1\text{V}$ (όπως και η τάση ή διαφορά δυναμικού)
- Παράδειγμα: μια πηγή με $E=3,6\text{V}$ αποδίδει σε κάθε 1C φορτίου ενέργεια $3,6\text{J}$
- Η ΗΕΔ δεν είναι δύναμη...
- $E = \frac{W}{q} = \frac{\frac{W}{t}}{\frac{q}{t}} = \frac{P}{I}$ δηλαδή ΗΕΔ = πηλίκο ισχύος που παρέχει η πηγή προς την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

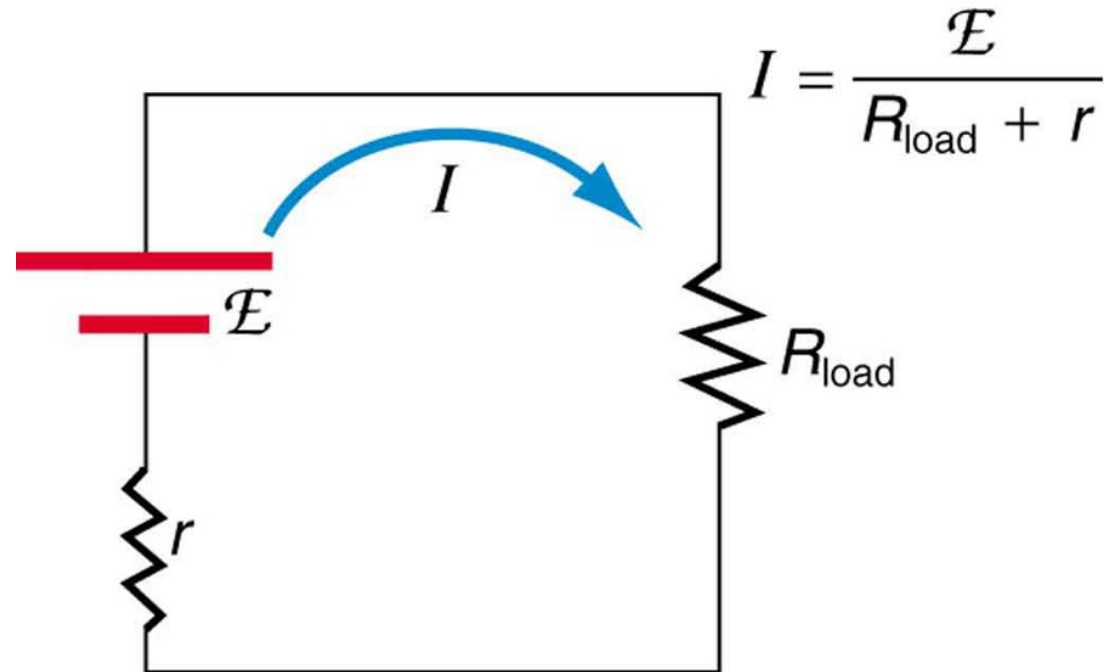
2.9 Νόμος Ohm για κλειστό κύκλωμα

Πραγματική πηγή με εσωτερική αντίσταση

- Η θερμότητα που αναπτύσσεται σε μια πραγματική πηγή τάσης οφείλεται στην εσωτερική της αντίσταση r
- Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα ισούται με το πηλίκο της ΗΕΔ, $\mathcal{E}$, προς τη συνολική αντίσταση $R_{ολ} = r + R_{load}$

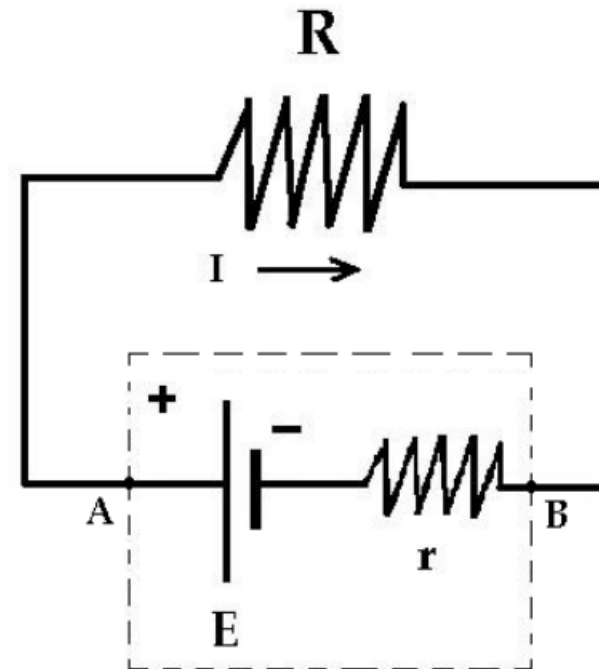
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{ολ}}$$

- Αυτός είναι ο νόμος του Ohm για κλειστό κύκλωμα.



Πολική τάση πραγματικής πηγής

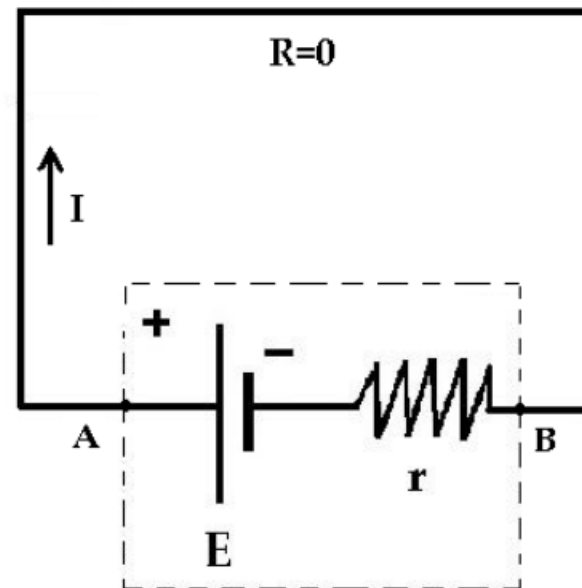
- Η τάση στους πόλους μιας πραγματικής πηγής V_{π} ισούται με την ΗΕΔ E της πηγής μείον την πτώση τάσης $I \cdot r$ που οφείλεται στην εσωτερική της αντίσταση:
$$V_{\pi} = E - I \cdot r$$
 - Στο διπλανό κύκλωμα $V_{\pi} = V_{AB} = V_A - V_B$
- Σε μια ιδανική πηγή $r = 0$ άρα $V_{\pi} = E$



Ρεύμα βραχυκύκλωσης

- Όταν η πηγή είναι βραχυκυκλωμένη τότε
 - $R = 0$ και
 - το ρεύμα παίρνει τη μέγιστη τιμή του (ρεύμα βραχυκύκλωσης)

$$I_{\beta} = \frac{E}{r}$$

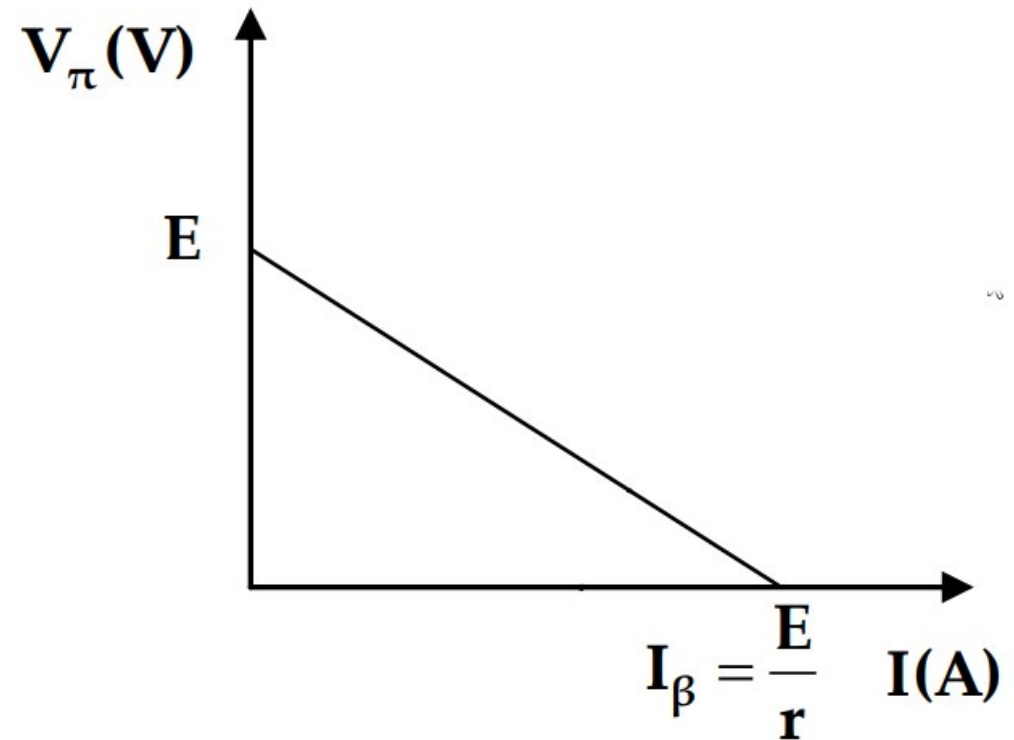


Χαρακτηριστική I-V για πραγματική πηγή τάσης

- $V_{\pi} = E - I \cdot r$
- Μορφή: $y = \alpha x + \beta$
- Όταν $V_{\pi} = 0$ τότε έχουμε βραχυκυκλωμένα άκρα και

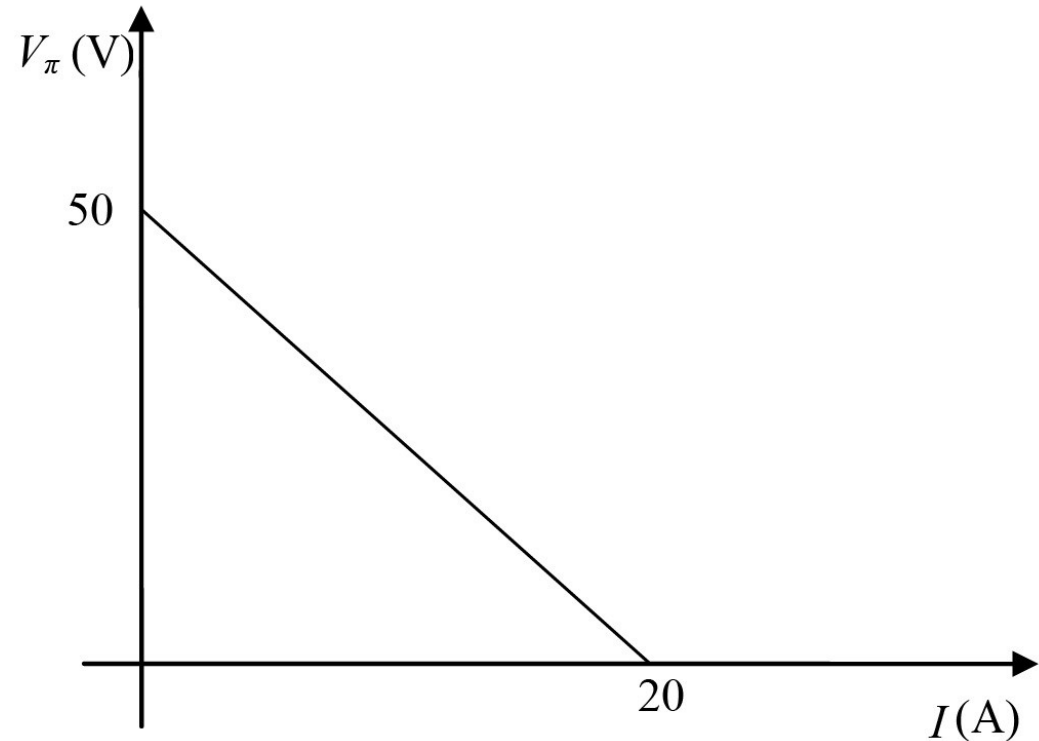
$$I_{\beta} = \frac{E}{r}$$

- Όταν $I = 0$ τότε τότε το κύκλωμα είναι ανοικτό και $V_{\pi} = E$



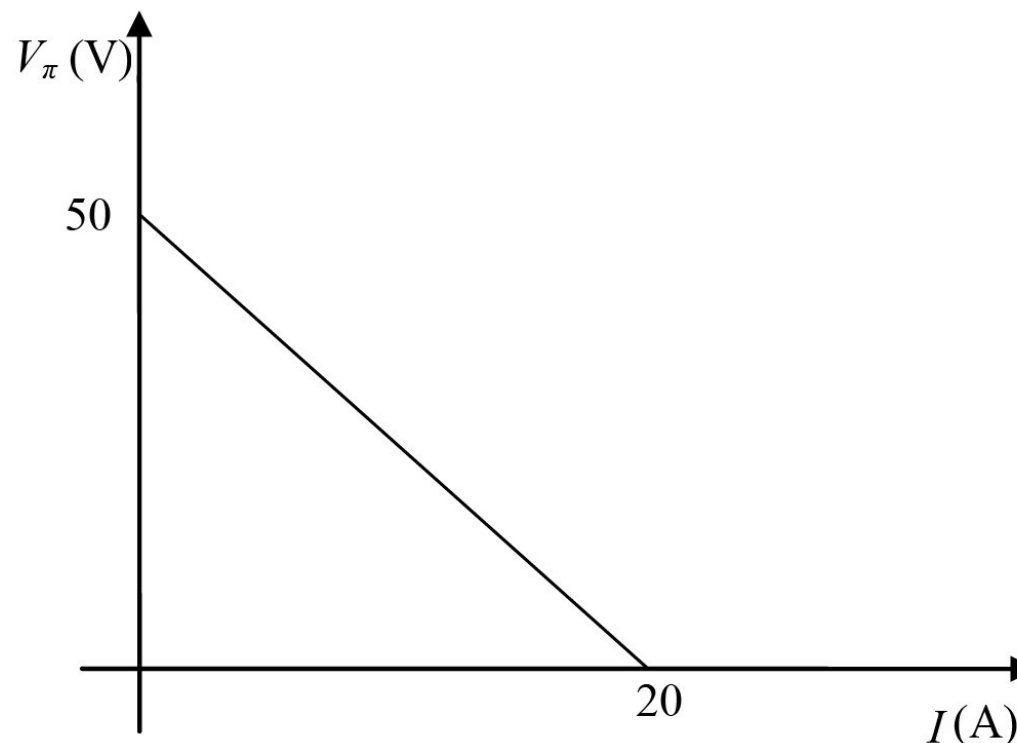
Εφαρμογή

- Η χαρακτηριστική καμπύλη μιας ηλεκτρικής πηγής φαίνεται στο διπλανό σχήμα
- Η ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής και η εσωτερική της αντίσταση είναι:
 - α. $E = 50 \text{ V}$ και $r = 2,5 \Omega$.
 - β. $E = 5 \text{ V}$ και $r = 10 \Omega$.
 - γ. $E = 50 \text{ V}$ και $r = 5 \Omega$.
- Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

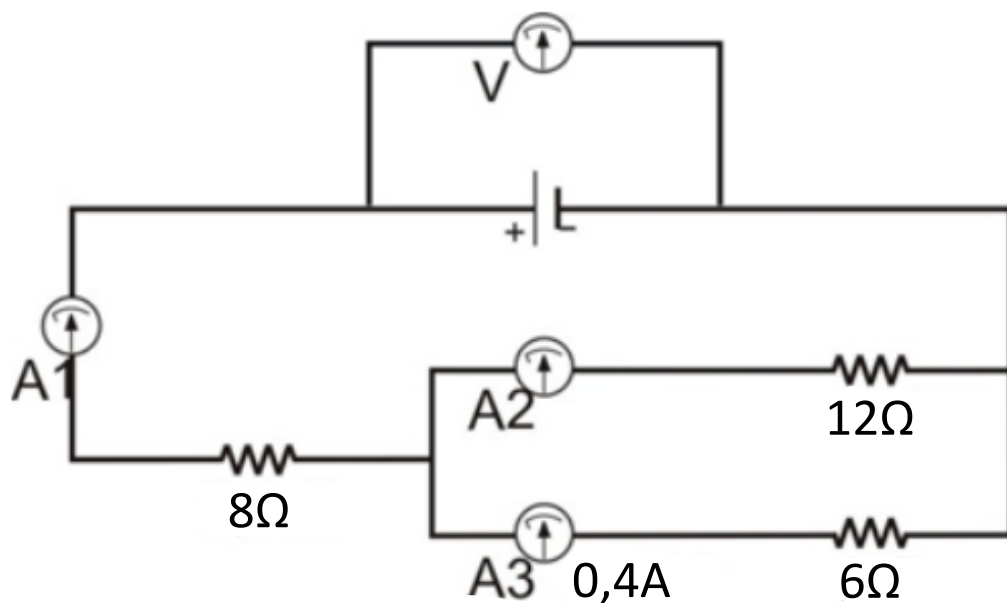


Εφαρμογή

- Για $I = 0$ το κύκλωμα είναι ανοικτό και $V_{\pi} = E$
- Άρα $E = 50V$ (σημείο τομής της ευθείας με τον κατακόρυφο άξονα)
- Όταν η πολική τάση της πηγής είναι μηδέν (σημείο τομής της ευθείας με τον οριζόντιο άξονα) τότε έχουμε βραχυκύκλωμα και $I_{\beta} = \frac{E}{r}$ άρα $20A = \frac{50V}{r}$ άρα
$$r = \frac{50V}{20A} = 2,5\Omega$$



Επαναληπτική Άσκηση



Τα αμπερόμετρα του κυκλώματος και το βολτόμετρο είναι ιδανικά. Με βάση τα δεδομένα που αναγράφονται στο σχήμα, να υπολογίσετε:

1. Την τάση στα άκρα του αντιστάτη των 6Ω
2. Την ένδειξη του αμπερομέτρου A_2
3. Την ένδειξη του αμπερομέτρου A_1 και την ισχύ στον αντιστάτη των 8Ω
4. Την ένδειξη του βολτομέτρου που είναι συνδεδεμένο με την πηγή και την ενέργεια που καταναλώνει το εξωτερικό για την πηγή κύκλωμα σε χρόνο $\Delta t = 1h$
5. Την ολική αντίσταση του κυκλώματος