

Physics

The image is a hand-drawn collage of physics concepts and formulas. At the top left, a piston is shown with force F_L and displacement x , with the formula $w = 2\pi f$ and $t = \frac{s}{v}$. Next to it is a wave pulse with a particle labeled 'P' and the equation $v^2 = u^2 + 2as$. To the right is a Bohr-style atom model. Further right is a pendulum with potential energy $PE = mgh$. Below the atom is a light bulb with the formula $PE = m \times g \times h$. To the right of the light bulb is a circuit diagram with a voltmeter (V) and points A and B, with the formula $I = \frac{U}{R}$. Below the circuit is a Christmas tree decorated with lights and ornaments. At the bottom center is the equation $s = ut + \frac{1}{2}at^2$. Other formulas include $P = \frac{W}{t}$, $E = mgz$, $S = V \times t$, $S = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$, and $T = \frac{2\pi r}{v}$. The word 'Physics' is written in large, bold letters across the center.

Reminder...

- Διαλέξεις
 - Προαιρετική παρουσία!
- Είστε εδώ γιατί **θέλετε** να ακούσετε/συμμετέχετε
- Δεν υπάρχουν απουσίες
- Υπάρχει σεβασμός στους συναδέλφους σας και στην εκπαιδευτική διαδικασία
- Προστατέψτε εσάς και τους συναδέλφους σας: απέχετε από το μάθημα αν δεν είστε/αισθάνεστε καλά



Εικόνα: Οι γραμμές ρεύματος μεταφέρουν ενέργεια από την ηλεκτρική εταιρία στα σπίτια και τις επιχειρήσεις μας. Η ενέργεια μεταφέρεται σε πολύ υψηλές τάσεις, πιθανότατα εκατοντάδων χιλιάδων volt. Αν και αυτό καθιστά της ηλεκτροφόρες γραμμές επικίνδυνες, η υψηλή τάση συνεισφέρει στη λιγότερη απώλεια ενέργειας λόγω αντιστάσεων των καλωδίων (Telegraph Colour Library/FPG)

Φυσική για Μηχανικούς

Ρεύμα και Αντίσταση



Εικόνα: Οι γραμμές ρεύματος μεταφέρουν ενέργεια από την ηλεκτρική εταιρία στα σπίτια και τις επιχειρήσεις μας. Η ενέργεια μεταφέρεται σε πολύ υψηλές τάσεις, πιθανότατα εκατοντάδων χιλιάδων volt. Αν και αυτό καθιστά της ηλεκτροφόρες γραμμές επικίνδυνες, η υψηλή τάση συνεισφέρει στη λιγότερη απώλεια ενέργειας λόγω αντιστάσεων των καλωδίων (Telegraph Colour Library/FPG)

Φυσική για Μηχανικούς

Ρεύμα και Αντίσταση



Ρεύμα και Αντίσταση

○ Εισαγωγή

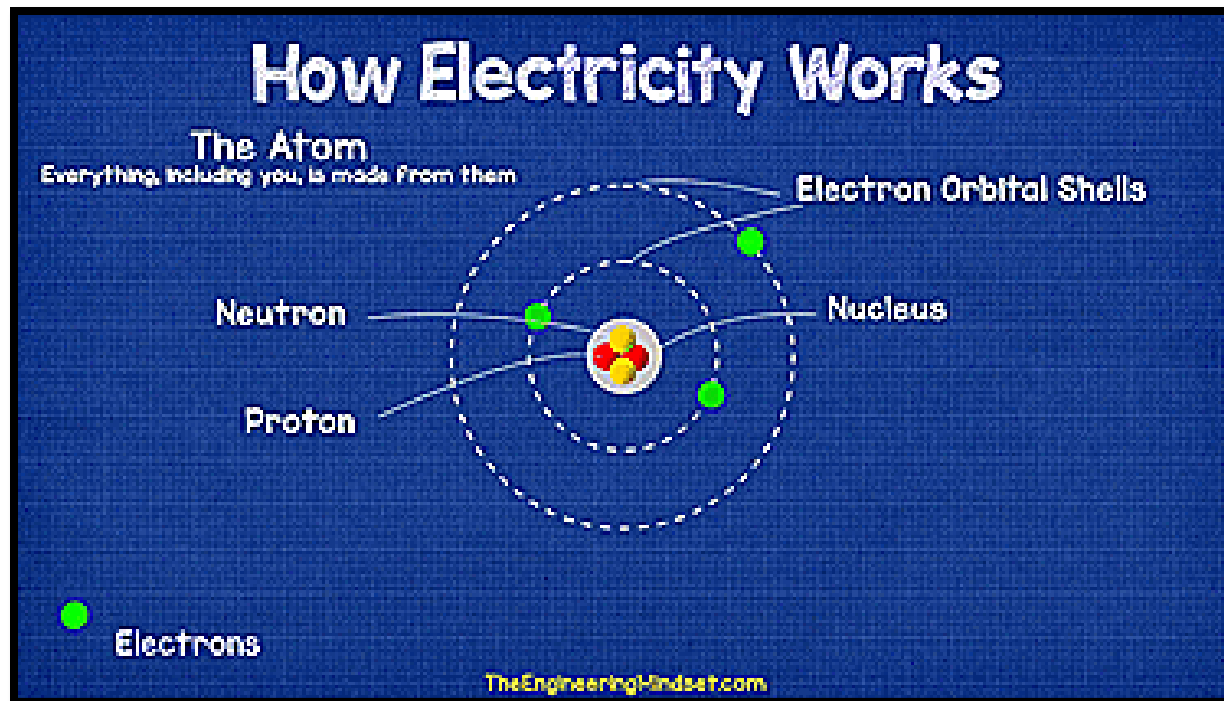
- Σε αυτή τη διάλεξη θα ασχοληθούμε με την **κίνηση** ηλεκτρικών φορτίων σε μια περιοχή του χώρου
 - Ως τώρα θεωρούσαμε – συνήθως – ένα πλήθος φορτίων ως στάσιμο!
- Θα μάθουμε τον όρο **ηλεκτρικό ρεύμα** (ή απλώς *ρεύμα*) για την περιγραφή του ρυθμού της ροής του φορτίου
 - Ροές φορτίων υπάρχουν σε ατμοσφαιρικά φαινόμενα, στο ανθρώπινο σώμα, σε ηλεκτρικά συστήματα, στο ηλιακό μας σύστημα...
- Επίσης, θα μιλήσουμε για την **ηλεκτρική αντίσταση**
- Θα εισάγουμε ένα νέο στοιχείο, τον **αντιστάτη**



Ρεύμα και Αντίσταση

○ Ηλεκτρικό Ρεύμα

- Στα πλαίσια του μαθήματος, μας ενδιαφέρει η ροή **σταθερών (σε μέτρο & φορά)** ρευμάτων (δηλ. η ροή ελεύθερων ηλεκτρονίων τα οποία κινούνται διαμέσου **μεταλλικών αγωγών** (καλώδια)





Ρεύμα και Αντίσταση

● Ηλεκτρικό Ρεύμα

- Ας ξεκινήσουμε τη μελέτη της **ροής ηλεκτρικού φορτίου** σε ένα τμήμα υλικού
- Η ποσότητα της ροής εξαρτάται από
 - το είδος του υλικού
 - τη διαφορά δυναμικού κατά μήκος του υλικού
- Όταν έχουμε **προσανατολισμένη ροή** ηλεκτρικού φορτίου μέσα από μια περιοχή, τότε λέμε ότι υπάρχει **ηλεκτρικό ρεύμα**
- «Προσανατολισμένη ροή»???





Ρεύμα και Αντίσταση

○ Ηλεκτρικό Ρεύμα

- Τι σημαίνει «προσανατολισμένη ροή»?
- Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια σε έναν αγωγό κινούνται **τυχαία** με ταχύτητες της τάξης του 10^6 m/s...
 - ...αλλά **δεν έχουν συνολικά κάποια προτίμηση** να κινηθούν προς μια κατεύθυνση...
- ...κι έτσι **δεν υπάρχει ρεύμα στον αγωγό**

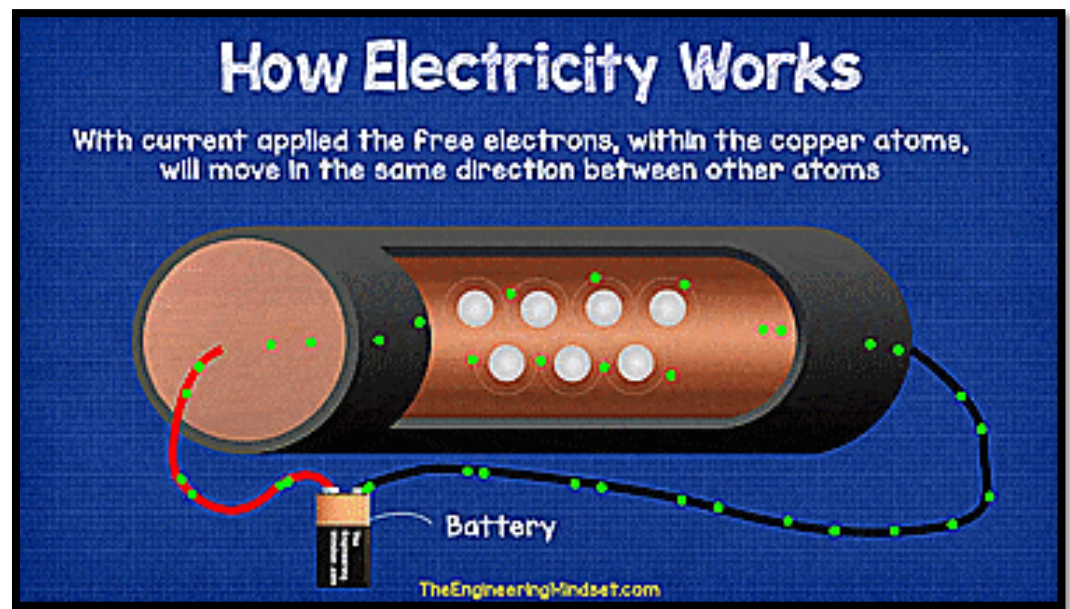




Ρεύμα και Αντίσταση

○ Ηλεκτρικό Ρεύμα

- Μια διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού θα προκαλέσει μια «προδιάθεση» για κίνηση (προσανατολισμένη κίνηση) των ηλεκτρονίων προς μια κατεύθυνση, και αυτό θα αποτελέσει το ρεύμα

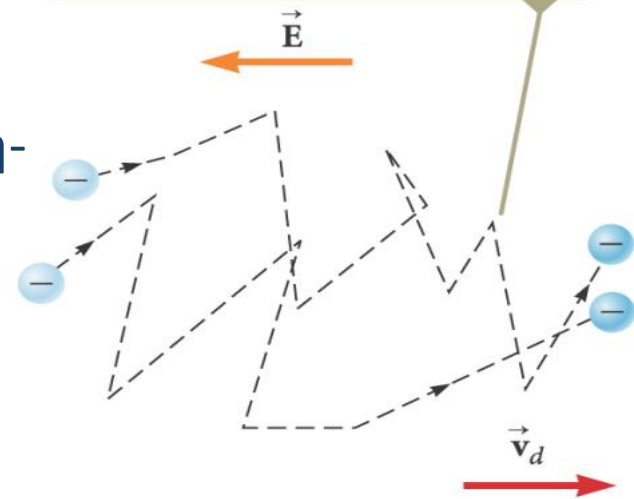


Ρεύμα και Αντίσταση

○ Ηλεκτρικό Ρεύμα

- Αυτή η προσανατολισμένη κίνηση γίνεται με ταχύτητες **πολύ μικρές**
- Η ταχύτητα προσανατολισμένης κίνησης των ηλεκτρονίων αντίθετα της φοράς του ηλ. πεδίου ονομάζεται **ταχύτητα ολίσθησης \vec{u}_d**
- Η ταχύτητα ολίσθησης είναι αρκετά μικρή, της τάξης του 10^{-4} m/s
- Πώς τότε πατάμε ένα κουμπί και φωτίζεται αμέσως μια λάμπα?
 - Μα τα καλώδια είναι γεμάτα ηλεκτρόνια!
 - Με την εγκατάσταση του πεδίου, υπάρχει σχεδόν άμεση κίνηση όλων των ηλεκτρονίων στο καλώδιο
 - Δε χρειάζεται να περιμένουμε να προχωρήσει το ηλεκτρόνιο που βρίσκεται «πίσω» από το διακόπτη μέχρι τη λάμπα!

Το πεδίο αλλάζει την τυχαία κίνηση των φορέων φορτίου, οπότε η ταχύτητα ολίσθησής τους είναι αντίθετη της κατεύθυνσης του ηλεκτρικού πεδίου.





Ρεύμα και Αντίσταση

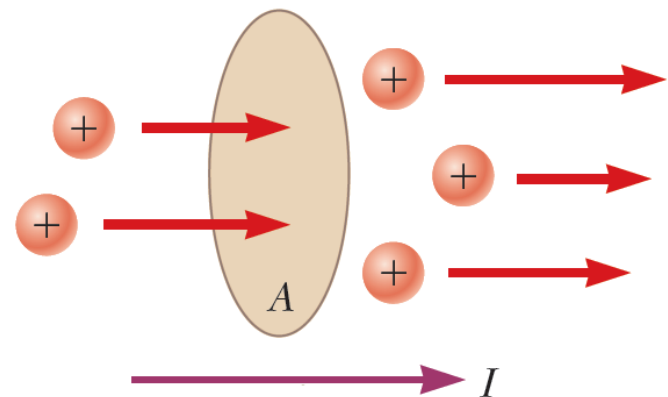
● Ηλεκτρικό Ρεύμα

● Ας ορίσουμε το ρεύμα ποσοτικά:

- Έστω μια ποσότητα φορτίου που κινείται κάθετα σε μια επιφάνεια εμβαδού A
- Το **ρεύμα** ορίζεται ως ο ρυθμός με τον οποίο το φορτίο ρέει μέσα από την επιφάνεια
- Αν η ποσότητα του φορτίου που περνάει από την επιφάνεια σε χρόνο Δt είναι ΔQ , τότε το **μέσο ρεύμα** ισούται με

Μονάδα
μέτρησης:
1 Ampere (A) =
1 C/s

$$I_{avg} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

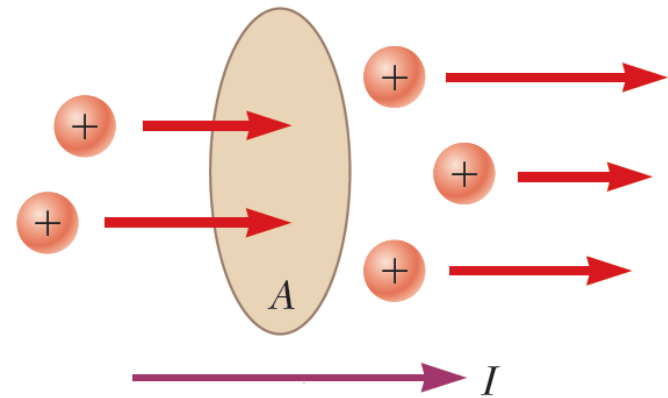


Ρεύμα και Αντίσταση

● Ηλεκτρικό Ρεύμα

- Το **στιγμιαίο ρεύμα** ορίζεται ως το όριο του μέσου ηλεκτρικού ρεύματος όταν $\Delta t \rightarrow 0$

$$I \equiv \frac{dQ}{dt}$$



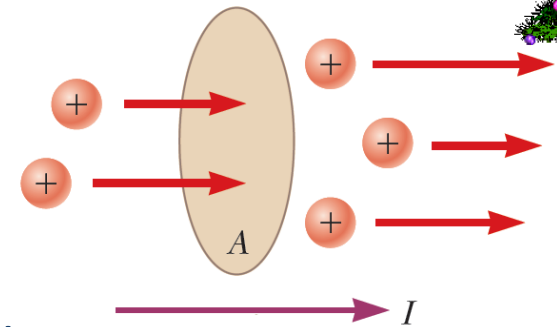
- Τα φορτισμένα σωματίδια που διαπερνούν μια επιφάνεια μπορεί να είναι θετικά, αρνητικά, ή και τα δυο (**στα μέταλλα είναι αρνητικά – ηλεκτρόνια**)
- Έχει συμφωνηθεί (για ιστορικούς λόγους) να θεωρούμε ως κατεύθυνση του ρεύματος την κατεύθυνση των **θετικών** φορτίων
 - Δηλ. αντίθετη στην κίνηση των ηλεκτρονίων στους μεταλλικούς αγωγούς



Ρεύμα και Αντίσταση

● Ηλεκτρικό Ρεύμα

- Αν τα άκρα ενός αγώγιμου καλωδίου ενωθούν σε ένα βρόχο (κλειστό μονοπάτι), όλα τα σημεία του βρόχου έχουν το ίδιο ηλεκτρικό δυναμικό
 - Το ηλεκτρικό πεδίο \vec{E} είναι μηδέν
 - Άρα δεν υπάρχει ρεύμα
- Αν όμως τα άκρα του συνδεθούν σε μια μπαταρία (πηγή διαφοράς δυναμικού), δεν έχουν όλα τα σημεία του βρόχου το ίδιο δυναμικό!
 - Η μπαταρία εγκαθιστά διαφορά δυναμικού μεταξύ των άκρων του βρόχου
 - Δημιουργώντας ηλεκτρικό πεδίο μέσα στο καλώδιο
 - Το πεδίο προκαλεί ηλεκτρική δύναμη στα ελεύθερα ηλεκτρόνια του καλωδίου, προκαλώντας την προσανατολισμένη κίνησή τους
 - Δημιουργώντας έτσι το **ηλεκτρικό ρεύμα!**





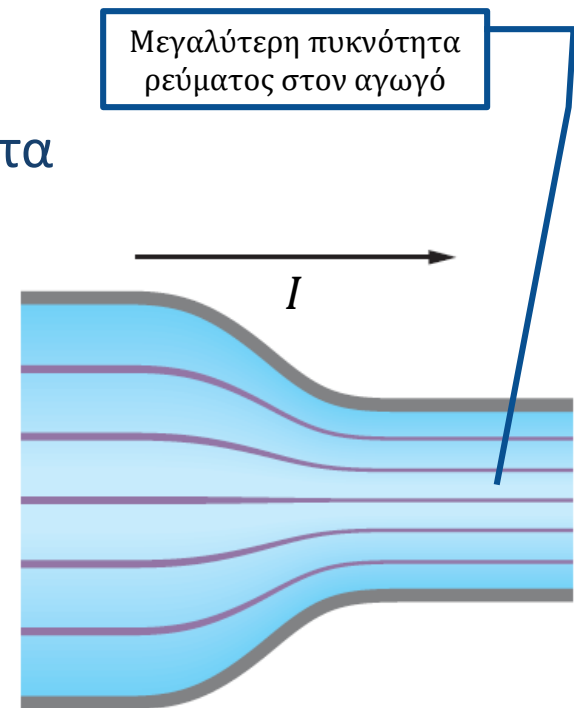
Ρεύμα και Αντίσταση

● Ηλεκτρικό ρεύμα

- Ας ορίσουμε ως **πυκνότητα ρεύματος** J σε ένα καλώδιο ως το ρεύμα ανά μονάδα επιφάνειας

$$J = \frac{I}{A}$$

- Ισχύει μόνο για ομοιόμορφη πυκνότητα και για επιφάνεια A κάθετη στη διεύθυνση του ρεύματος
- Όπως περιγράψαμε ηλεκτρικά πεδία με ηλεκτρικές δυναμικές γραμμές, έτσι μπορούμε να περιγράψουμε την πυκνότητα ρεύματος με αντίστοιχες **ρευματικές γραμμές**





Ρεύμα και Αντίσταση

● Ηλεκτρικό ρεύμα

● Μπορούμε να σχετίσουμε το μέτρο της πυκνότητας ρεύματος J με την ταχύτητα ολίσθησης των ηλεκτρονίων?

● Τα (υποτιθ.) θετικά φορτία του κυλινδρικού αγωγού κινούνται προς τη φορά του ηλεκτρικού πεδίου

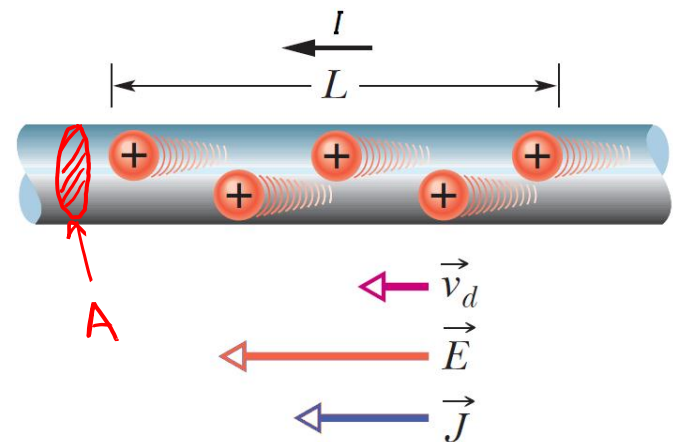
● Αν η πυκνότητα ρεύματος είναι ομοιόμορφη σε όλο τον αγωγό, και η ταχύτητα ολίσθησης είναι ίδια για όλα τα φορτία, τότε το πλήθος των φορτίων σε έναν αγωγό μήκους L και επιφάνειας διατομής A (δηλ. όγκου $V = AL$) είναι

$$N = nV = nAL$$

● ...όπου n το πλήθος των φορέων φορτίου ανά μονάδα όγκου

● Το συνολικό φορτίο θα είναι (αν e είναι το φορτίο κάθε φορέα)

$$q = Ne = (nAL)e$$





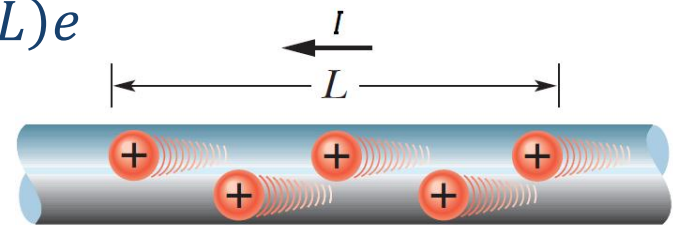
Ρεύμα και Αντίσταση

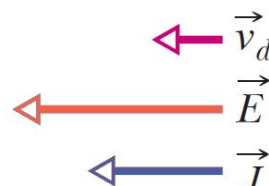
- Ηλεκτρικό ρεύμα

- Το συνολικό φορτίο θα είναι (αν e είναι το φορτίο κάθε φορέα)

$$q = Ne = (nAL)e$$

- Αφού η ταχύτητα ολίσθησης είναι κοινή (και **σταθερή**) για όλα τα φορτία, τότε σε χρόνο



$$\Delta x = ut \Leftrightarrow t = \frac{\Delta x}{u} = \frac{L}{u_d}$$


θα έχει περάσει το παραπάνω $q = (nAL)e$ φορτίο από τον αγωγό

- Άρα

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{nALe}{\frac{L}{u_d}} = nAeu_d \Rightarrow J = \frac{I}{A} = neu_d$$



Ρεύμα και Αντίσταση

- Ηλεκτρικό ρεύμα σε υλικά
 - Ας ξεκινήσουμε τη μελέτη του ρεύματος σε **υλικά**
 - **Ισοτροπικά υλικά:** οι ηλεκτρικές τους ιδιότητες παραμένουν ίδιες σε όλες τις κατευθύνσεις
 - Ας ορίσουμε ως **ειδική αγωγιμότητα σ** ενός υλικού μια σταθερά που περιγράφει την πυκνότητα ρεύματος J δεδομένης μιας τιμής ηλεκτρικού πεδίου E στο υλικό
 - Περιγράφει πόσο «καλά» ένα υλικό άγει το ηλεκτρικό ρεύμα
 - Σε μερικά υλικά (αρκετά, συμπεριλαμβανομένων και πολλών μετάλλων), η πυκνότητα ρεύματος είναι ανάλογη του μέτρου του ηλεκτρικού πεδίου

$$J = \sigma E$$



Ρεύμα και Αντίσταση

- Ηλεκτρικό ρεύμα σε υλικά
- Υλικά που ικανοποιούν την προηγούμενη σχέση λέμε ότι ακολουθούν το **νόμο του Ohm**:
- Ο λόγος της πυκνότητας ρεύματος J προς το μέτρο του ηλεκτρικού πεδίου E είναι σταθερός και ίσος με σ , και ανεξάρτητος από το ηλεκτρικό πεδίο που παράγει το ρεύμα

$$\sigma = \frac{J}{E}$$

- Ο νόμος του Ohm δεν είναι «νόμος» της Φύσης, αλλά μια εμπειρική σχέση που ισχύει μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις

Ρεύμα και Αντίσταση

$$J = \sigma E$$



○ Ηλεκτρικό ρεύμα σε υλικά

- Ο νόμος του Ohm είναι μια σχέση με πολύ μεγάλη σημασία. Γιατί;

○ Μας λέει **τρία** πράγματα:

- ✓ Η πυκνότητα ρεύματος, και ως εκ τούτου το ρεύμα, εξαρτάται με γραμμικό τρόπο από το μέτρο του ηλεκτρικού πεδίου:

$$J = \sigma E \Rightarrow \frac{I}{A} = \sigma E \Rightarrow I = (\sigma A)E$$

- ✓ Το ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργείται από ένα ηλεκτρικό πεδίο που ασκεί ηλεκτρ. δυνάμεις στους φορείς φορτίου
- ✓ Η πυκνότητα ρεύματος εξαρτάται από την ειδική αγωγιμότητα του υλικού



Ρεύμα και Αντίσταση

- Ηλεκτρικό ρεύμα σε υλικά
- Επιπλέον μπορούμε να ορίσουμε:
- Ειδική αντίσταση ρ ενός υλικού:

$$\rho = \frac{E}{J} \Rightarrow E = \rho J$$

με σ , ρ να σχετίζονται ως

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

- Η ειδική αντίσταση μας πληροφορεί για το πόσο «διστακτικά» κινούνται τα ηλεκτρόνια σε απάντηση στο ηλεκτρικό πεδίο
 - Δηλ. η ειδική αντίσταση μετρά το βαθμό με τον οποίο ένα υλικό «αντιστέκεται» στη ροή φορτίων όταν στο υλικό αυτό εφαρμόζεται ένα ηλεκτρικό πεδίο



Ρεύμα και Αντίσταση

- Ηλεκτρικό ρεύμα σε υλικά
- Πιο πρακτικά, μας ενδιαφέρουν συγκεκριμένα σχήματα και γεωμετρίες υλικών
- Εφαρμόζοντας μια διαφορά δυναμικού στα άκρα δυο **ίδιων (ως προς τις διαστάσεις τους)** ράβδων χαλκού και γυαλιού, παρατηρούμε τελείως διαφορετικά ρεύματα
- Κάθε ράβδος έχει διαφορετική **αντίσταση** και η ράβδος χαλκού ή γυαλιού ονομάζεται **αντιστάτης**



Ρεύμα και Αντίσταση

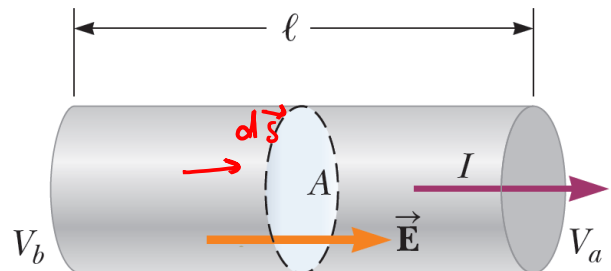
● Αντίσταση

- Ας θεωρήσουμε έναν συγκεκριμένο αγωγό με ομοιόμορφη επιφάνεια διατομής εμβαδού A και με μήκος l
- Μια διαφορά δυναμικού ΔV δημιουργείται κατά μήκος του αν τον συνδέσουμε με μια μπαταρία (π.χ.)
 - Δημιουργώντας έτσι εντός του αγωγού ένα ηλεκτρικό πεδίο και ένα ρεύμα
- Αν υποθέσουμε ότι το πεδίο είναι ομογενές, το μέτρο της διαφοράς δυναμικού **κατά μήκος** του αγωγού είναι

$$|\Delta V| = |V_b - V_a| = \int \vec{E} \cdot d\vec{s} = El \quad \rightarrow \quad E = \frac{|\Delta V|}{l}$$

- Έτσι, η πυκνότητα ρεύματος είναι

$$J = \sigma E = \sigma \frac{|\Delta V|}{l}$$





Ρεύμα και Αντίσταση

- **Αντίσταση**

- Επειδή όμως $J = \frac{I}{A}$, η διαφορά δυναμικού τελικά είναι

$$J = \sigma \frac{|\Delta V|}{l} \Rightarrow |\Delta V| = \frac{l}{\sigma} J = \frac{l}{\sigma A} I = RI \Rightarrow |\Delta V| = RI$$

- Η ποσότητα

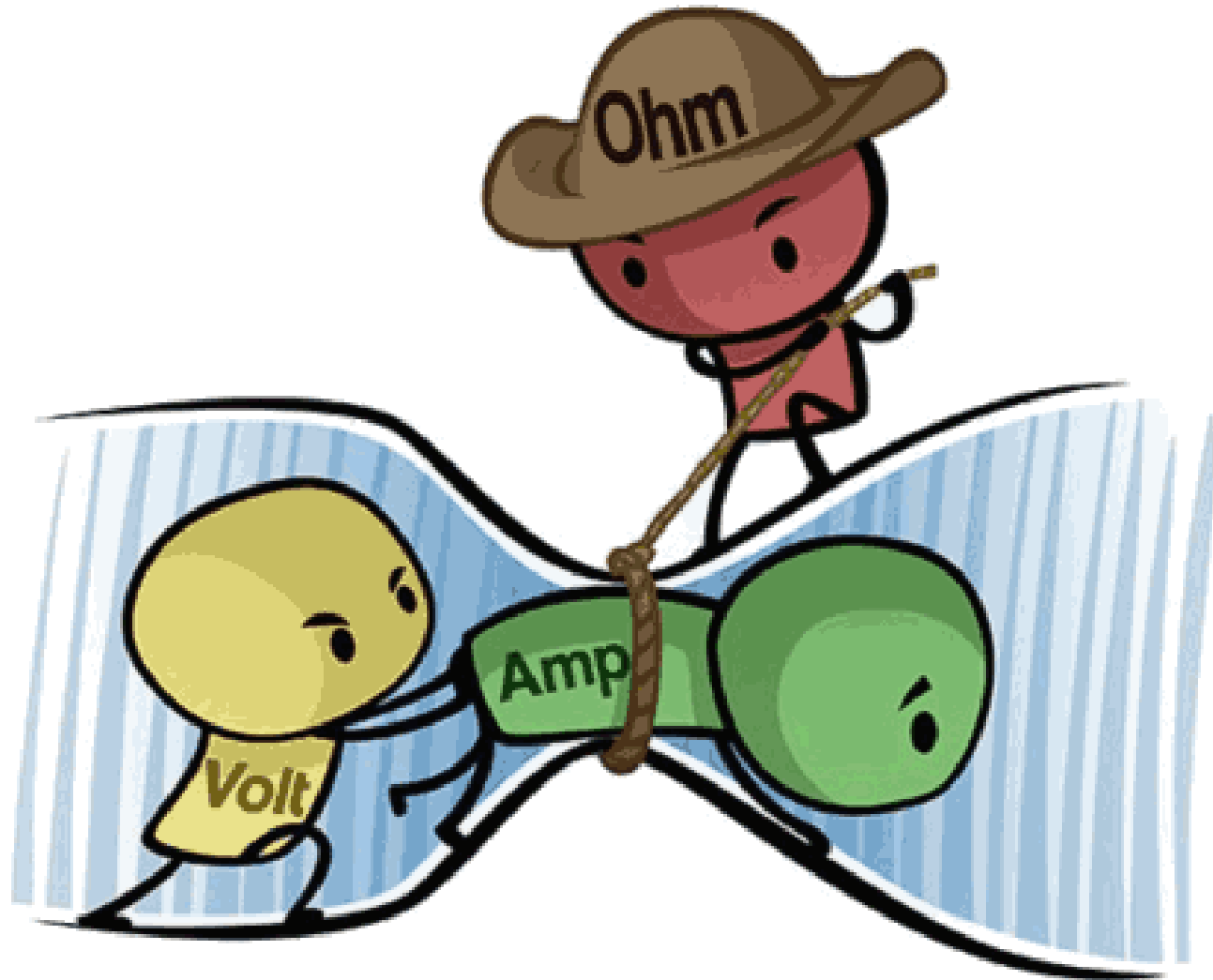
$$R = \frac{l}{\sigma A}$$

ονομάζεται **αντίσταση** του αγωγού

- Ορίζουμε λοιπόν την **αντίσταση** ενός αγωγού ως το **λόγο της διαφοράς δυναμικού προς το ρεύμα που τον διαρρέει**

$$R \equiv \frac{|\Delta V|}{I} \dots \dots \frac{V}{A} = 1 \text{ Ohm } (\Omega)$$

Ρεύμα και Αντίσταση





Ρεύμα και Αντίσταση

- **Αντίσταση**

- Αντίσταση R και ειδική αντίσταση ρ

- Είναι το ίδιο πράγμα?

- Όχι!

- Η ειδική αντίσταση περιγράφει το **υλικό**, όχι κάποιο τμήμα του με συγκεκριμένη γεωμετρία

- Η αντίσταση χαρακτηρίζει ένα **συγκεκριμένο κομμάτι** αγωγού με συγκεκριμένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά

- Μήκος, επιφάνεια διατομής, υλικό

- Κάπως αντίστοιχο με τις έννοιες της **μάζας** και της **πυκνότητας μάζας**



Ρεύμα και Αντίσταση

- **Αντίσταση**

- **Νόμος του Ohm (2^η έκδοση)**

- Από τον ορισμό της αντίστασης έχουμε

$$I = \frac{\Delta V}{R}$$

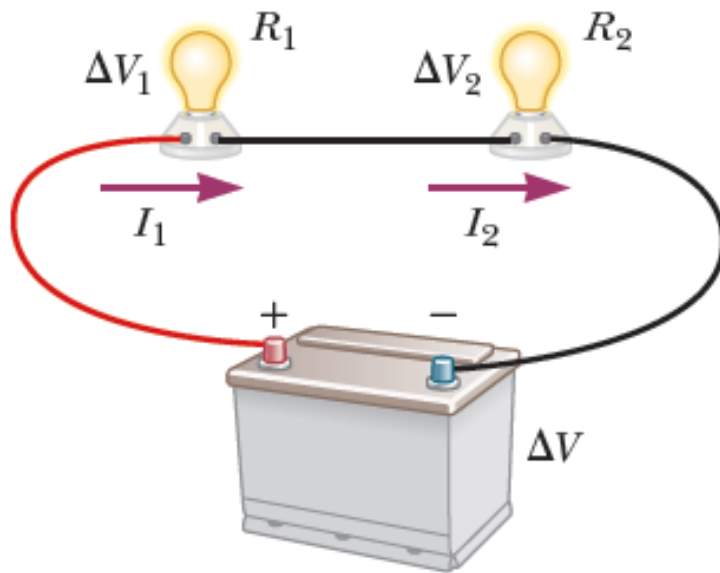
- Εγκαθιστώντας μια διαφορά δυναμικού στα άκρα ενός αγωγού αντίστασης R δημιουργούμε ηλεκτρικό πεδίο...
- ...που με τη σειρά του δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα διαμέσου του αγωγού!
- Μικρότερη αντίσταση $R \rightarrow$ μεγάλο ρεύμα I
- Η παραπάνω σχέση ονομάζεται και **νόμος του Ohm** και είναι αυτός που χρησιμοποιείται συνήθως στην ηλεκτρονική
- **ΔΕΝ** είναι νόμος της Φύσης – απλά μια εμπειρική σχέση



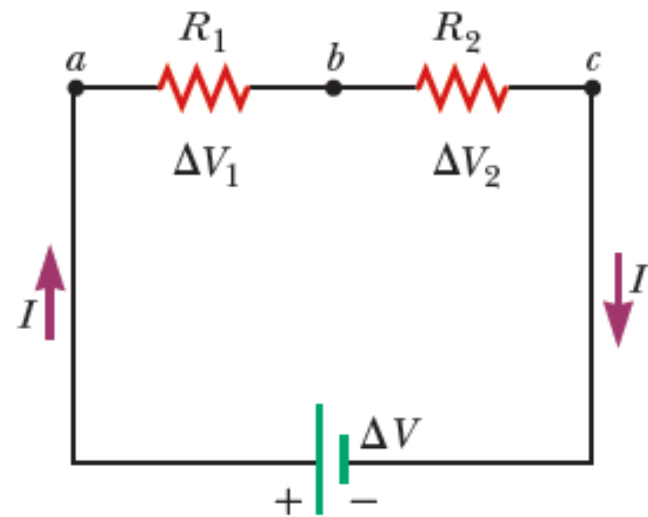
Ηλεκτρικά Κυκλώματα

● Αντιστάτες σε σειρά & παράλληλα

- Ας δούμε αν μπορούμε να εφαρμόσουμε το ίδιο «σχέδιο» απλοποίησης στους αντιστάτες, όπως κάναμε με τους πυκνωτές
- Ας ξεκινήσουμε με μια διάταξη **σε σειρά**



a



b

Ηλεκτρικά Κυκλώματα



● Αντιστάτες σε σειρά

- Η διαφορά δυναμικού δίνεται ως

$$\begin{aligned}\Delta V &= \Delta V_1 + \Delta V_2 \\ &= I_1 R_1 + I_2 R_2\end{aligned}$$

- Η ποσότητα φορτίου Q που εξέρχεται του αντιστάτη R_1 θα πρέπει να είναι ίδια με αυτή που εισέρχεται στον R_2 , αφού το φορτίο στο κύκλωμα δεν αλλάζει!

- Άρα $I = I_1 = I_2$, αν I είναι το ρεύμα που άγει η μπαταρία

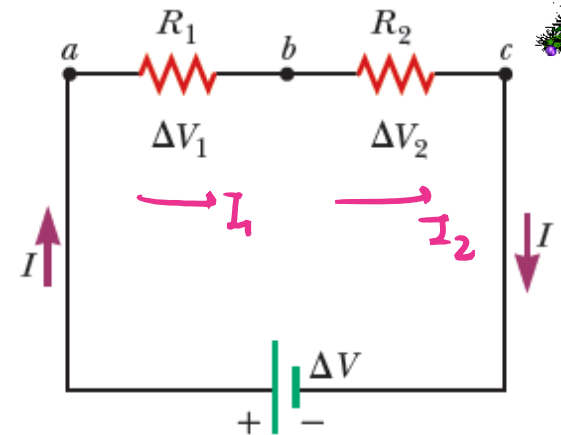
- Έτσι, $I_1 R_1 + I_2 R_2 = I(R_1 + R_2)$

- Οπότε ένας ισοδύναμος αντιστάτης θα πρέπει να έχει αντίσταση

$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

- Γενικότερα

$$R_{eq} = \sum_{i=1}^N R_i$$



Ηλεκτρικά Κυκλώματα



• Αντιστάτες σε παραλληλία

- Προφανώς, η διαφορά δυναμικού στα άκρα τους είναι η ίδια
- Άρα $\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2$, αν ΔV είναι η διαφορά δυναμικού που εγκαθιστά η μπαταρία
- Το ρεύμα I «**χωρίζεται**» σε δυο, αφού οι αντιστάσεις είναι διαφορετικές
- Επειδή όμως το συνολικό φορτίο διατηρείται

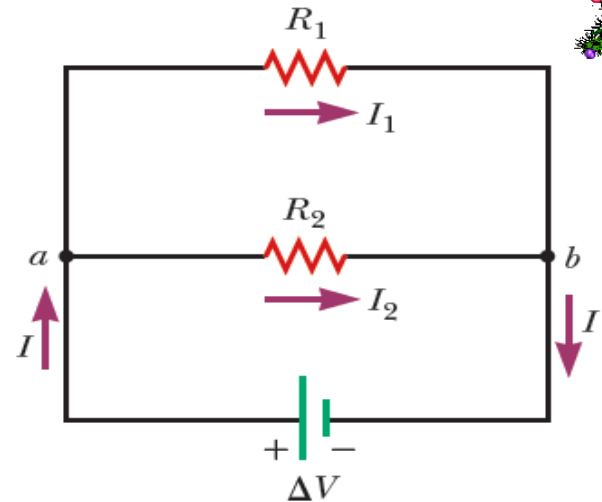
$$I = I_1 + I_2 = \frac{\Delta V_1}{R_1} + \frac{\Delta V_2}{R_2} = \frac{\Delta V}{R_1} + \frac{\Delta V}{R_2} = \Delta V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

- Άρα ένας ισοδύναμος αντιστάτης θα πρέπει να έχει αντίσταση

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

- Γενικότερα

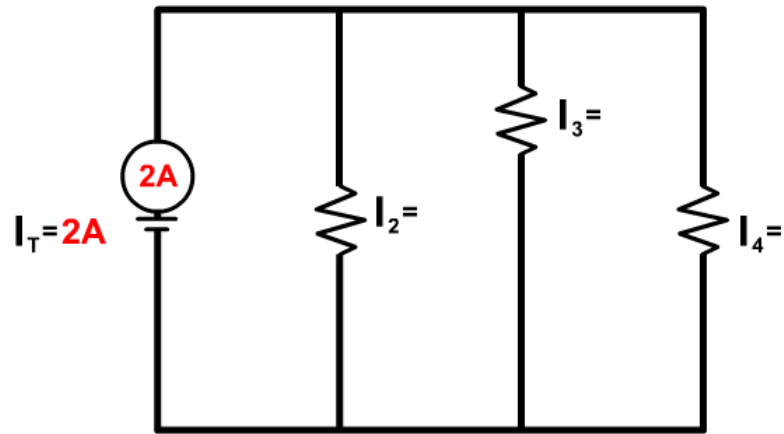
$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$$



Στην πραγματικότητα, το ρεύμα ΔE χωρίζεται: επιλέγει και τα δυο μονοπάτια, αλλά με διαφορετική ένταση, λόγω του ότι η διαφορά δυναμικού είναι ίδια ενώ η αντίσταση διαφορετική στους δυο αντιστάτες

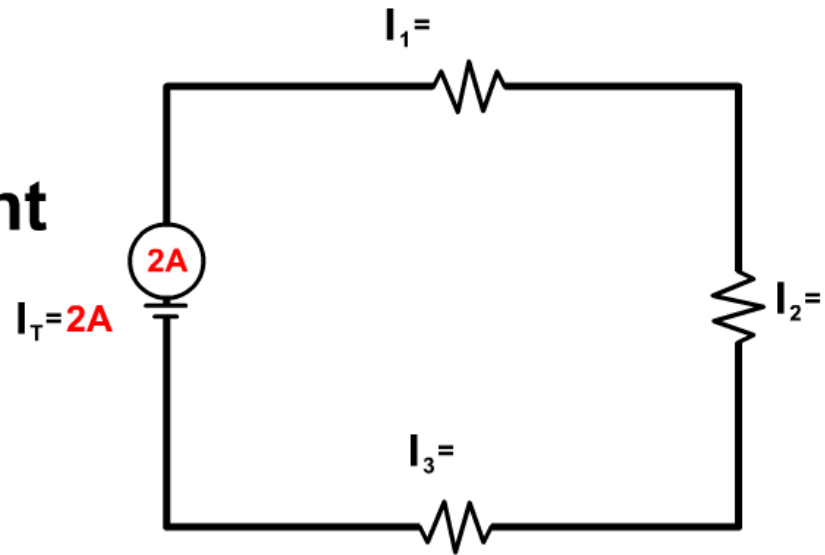


Ηλεκτρικά Κυκλώματα



Parallel Circuit Current

Μη σας παραπλανά το απλοποιημένο σχήμα: τα ρεύματα δημιουργούνται ακαριαία, δεν «περιμένουμε» τα φορτία να φτάσουν στους αντιστάτες, καθώς τα καλώδια είναι ήδη γεμάτα ηλεκτρόνια!



Series Circuit Current



Ηλεκτρικά Κυκλώματα

- **Συνοψίζοντας:**

- **Παράλληλη σύνδεση:**

- Ισοδύναμος αντιστάτης με **ρεύμα ίσο με το άθροισμα των επιμέρους ρευμάτων** και **ίδια διαφορά δυναμικού με τους επιμέρους αντιστάτες**
- Αντίσταση ίση με το αντίστροφο άθροισμα των επιμέρους αντίστροφων αντιστάσεων

- **Σειριακή σύνδεση:**

- Ισοδύναμος αντιστάτης με **ρεύμα ίσο με τα επιμέρους ρεύματα** και **διαφορά δυναμικού ίση με το άθροισμα των διαφορών δυναμικού των επιμέρους αντιστατών**
- Αντίσταση ίση με το άθροισμα των επιμέρους αντιστάσεων

$$R_{eq} = \left(\sum \frac{1}{R_i} \right)^{-1}$$

$$I_{eq} = \sum I_i$$

$$\Delta V_{eq} = \Delta V_i$$

$$R_{eq} = \sum R_i$$

$$I_{eq} = I_i$$

$$\Delta V_{eq} = \sum \Delta V_i$$



Ηλεκτρικά Κυκλώματα

Πυκνωτές

- Σε σειρά:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{C_i}$$

- Σε παραλληλία:

$$C_{eq} = \sum_{i=1}^N C_i$$

Αντιστάτες

- Σε σειρά:

$$R_{eq} = \sum_{i=1}^N R_i$$

- Σε παραλληλία:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$$



Ηλεκτρικά Κυκλώματα

● Παράδειγμα:

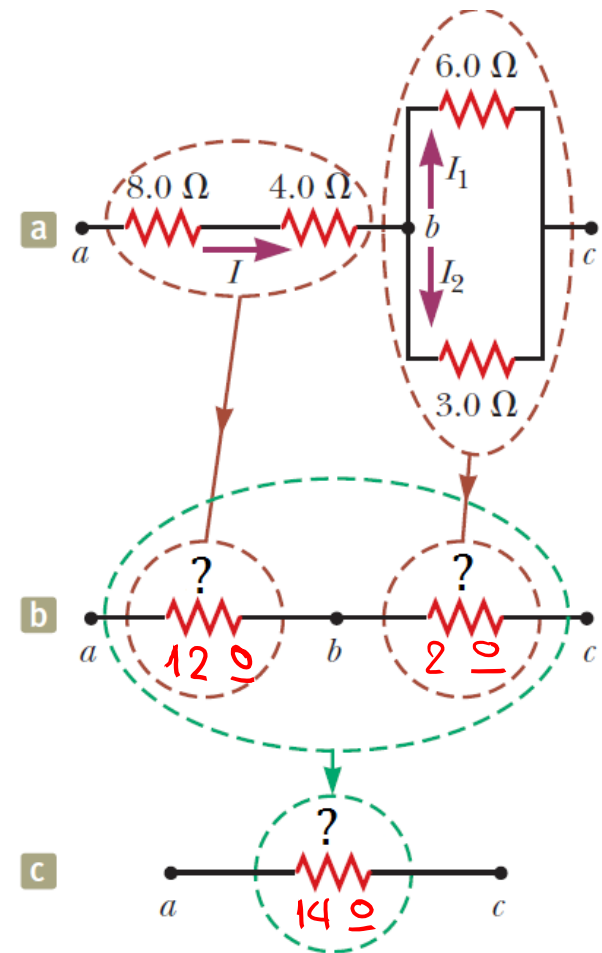
- A) Βρείτε την ισοδύναμη αντίσταση

- Σε σειρά:

$$R_{eq} = \sum_{i=1}^N R_i$$

- Σε παραλληλία:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i}$$





Ηλεκτρικά Κυκλώματα

● Παράδειγμα:

- Β) Αν η διάταξη συνδεθεί σε μια διαφορά δυναμικού 7 V , πόση θα είναι η διαφορά δυναμικού στον πρώτο αντιστάτη, των $8\ \Omega$?

- Σε σειρά:

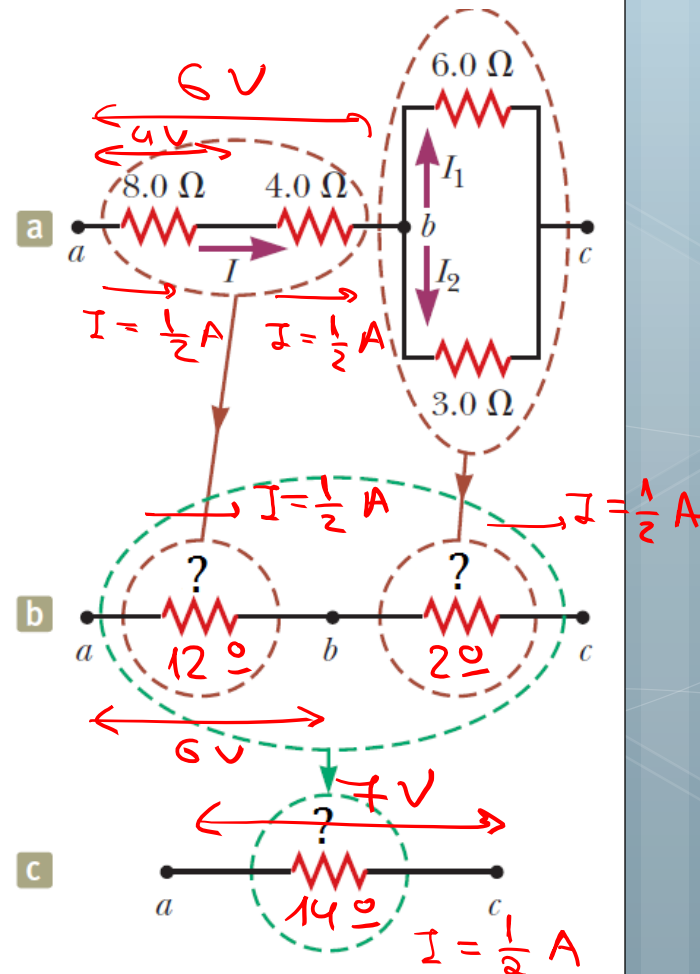
$$R_{eq} = \sum_{i=1}^N R_i \quad \Delta V_{eq} = \sum \Delta V_i \quad I_{eq} = I_i$$

- Σε παραλληλία:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^N \frac{1}{R_i} \quad \Delta V_{eq} = \Delta V_i \quad I_{eq} = \sum I_i$$

$$I = \frac{\Delta V}{R}$$

$$\Delta V = IR$$





Ηλεκτρικά Κυκλώματα

◉ Παράδειγμα:

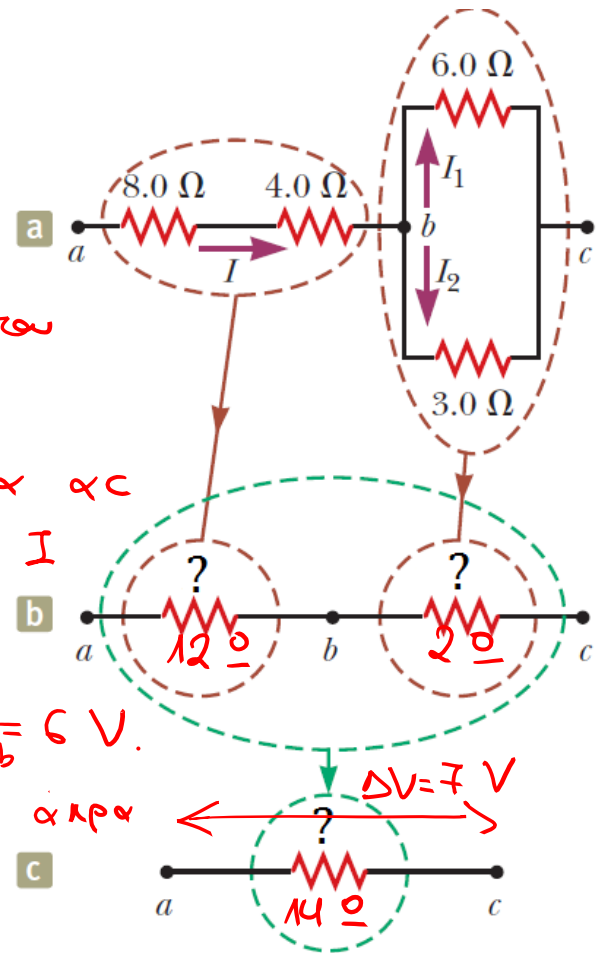
- ◉ Β) Αν η διάταξη συνδεθεί σε μια διαφορά δυναμικού 7 V , πόση θα είναι η διαφορά δυναμικού στον πρώτο αντιστάτη, των $8\ \Omega$?

Στο (c), αφού $\Delta V = 7\text{ V}$, τότε από το νόμο του Ohm, $I = \Delta V / R = 7 / 14\text{ A} = 0.5\text{ A}$.

Η ίδια διαφορά δυναμικού εφαρμόζεται στα άκρα ac του (b). Λόγω σειριακής σύνδεσης, το ρεύμα I ρέει σε κάθε αντιστάτη στη διάταξη (b).

Άρα $I_{ab} = I = 0.5\text{ A}$ και άρα $\Delta V_{ab} = I_{ab} R_{ab} = 6\text{ V}$.

Η ίδια διαφορά δυναμικού ΔV_{ab} εφαρμόζεται στα άκρα ab στο σχήμα (a). Λόγω σειριακής σύνδεσης



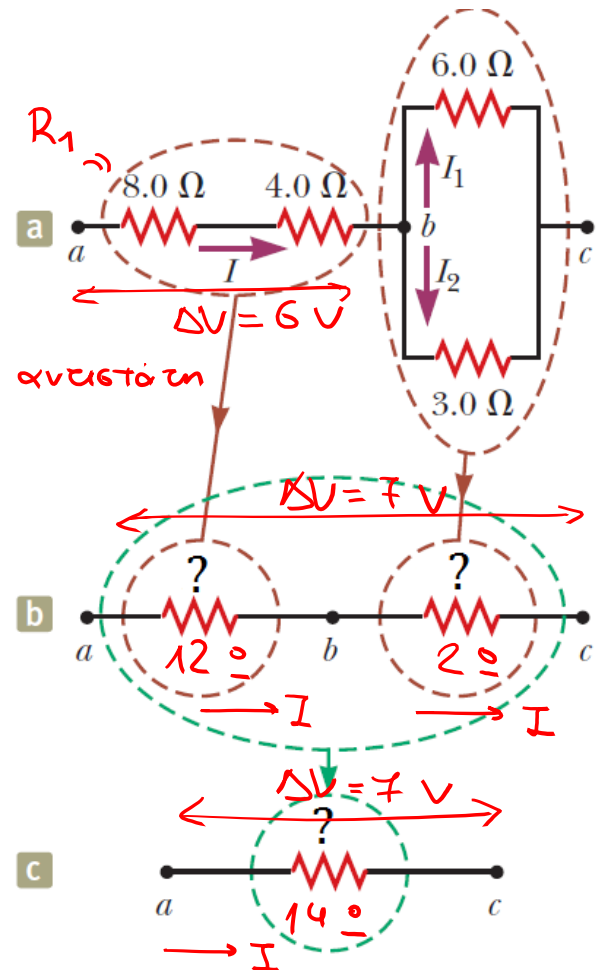


Ηλεκτρικά Κυκλώματα

◉ Παράδειγμα:

- ◉ Β) Αν η διάταξη συνδεθεί σε μια διαφορά δυναμικού 7 V , πόση θα είναι η διαφορά δυναμικού στον πρώτο αντιστάτη, των $8\ \Omega$?

το ρεύμα I_{ab} θα ρέει στας αντιστάτες των $8\ \Omega$ και $4\ \Omega$ στον κλάδο ab . Άρα για τον αντιστάτη $8\ \Omega$, θα έχουμε $\Delta V = I_{ab} \cdot R_1 = 0.5 \cdot 8 = 4\text{ V}$.





Τέλος Διάλεξης