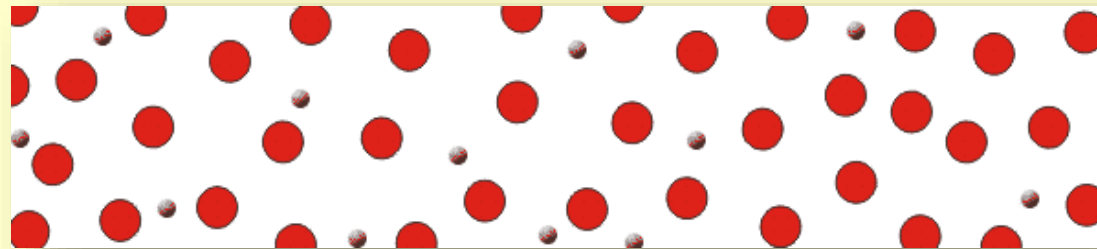
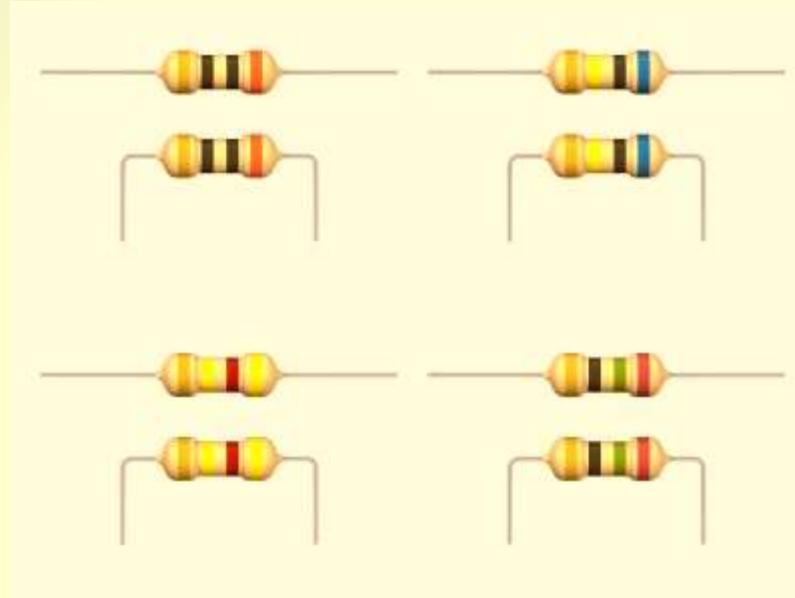


Αντίσταση αγωγού





Ας θυμηθούμε...

Η ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος εκφράζει το ρυθμό ροής ενός ηλεκτρικού φορτίου q από μία διατομή ενός αγωγού.

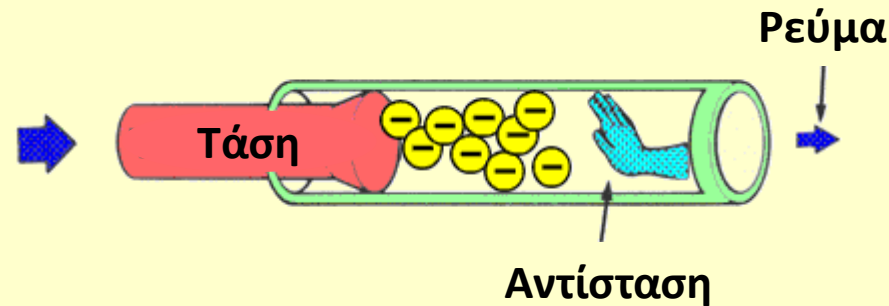
$$I = \frac{q}{t}$$

Στο SI, το 1A (Ampère-Αμπέρ) είναι η μονάδα μέτρησης της έντασης του ρεύματος και είναι θεμελιώδης μονάδα.

Τι είναι η
αντίσταση ενός
αγωγού;



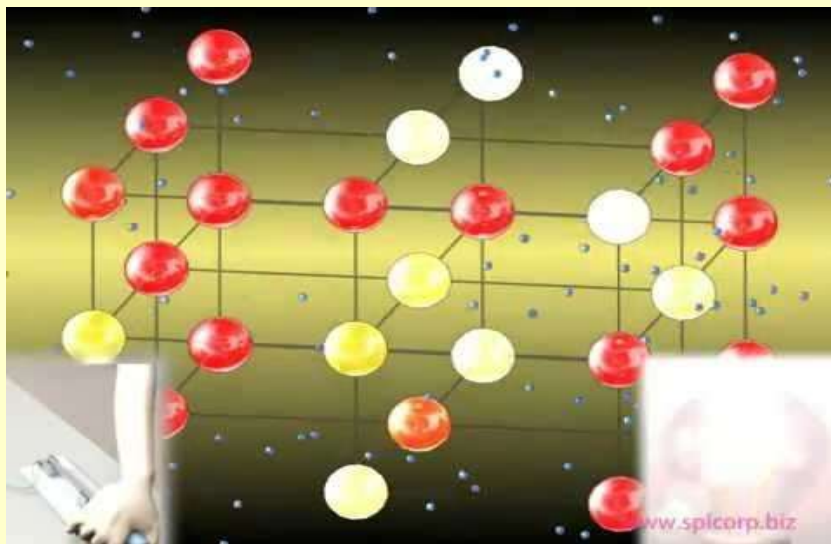
Η αντίσταση ενός αγωγού εκφράζει τη
δυσκολία που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα,
όταν διέρχεται μέσα από τον αγωγό.





**Η αντίσταση των μεταλλικών
αγωγών οφείλεται στις συγκρούσεις
των ελευθέρων ηλεκτρονίων του
μετάλλου με τα θετικά ιόντα.**

Και που
οφείλεται αυτή
η δυσκολία;



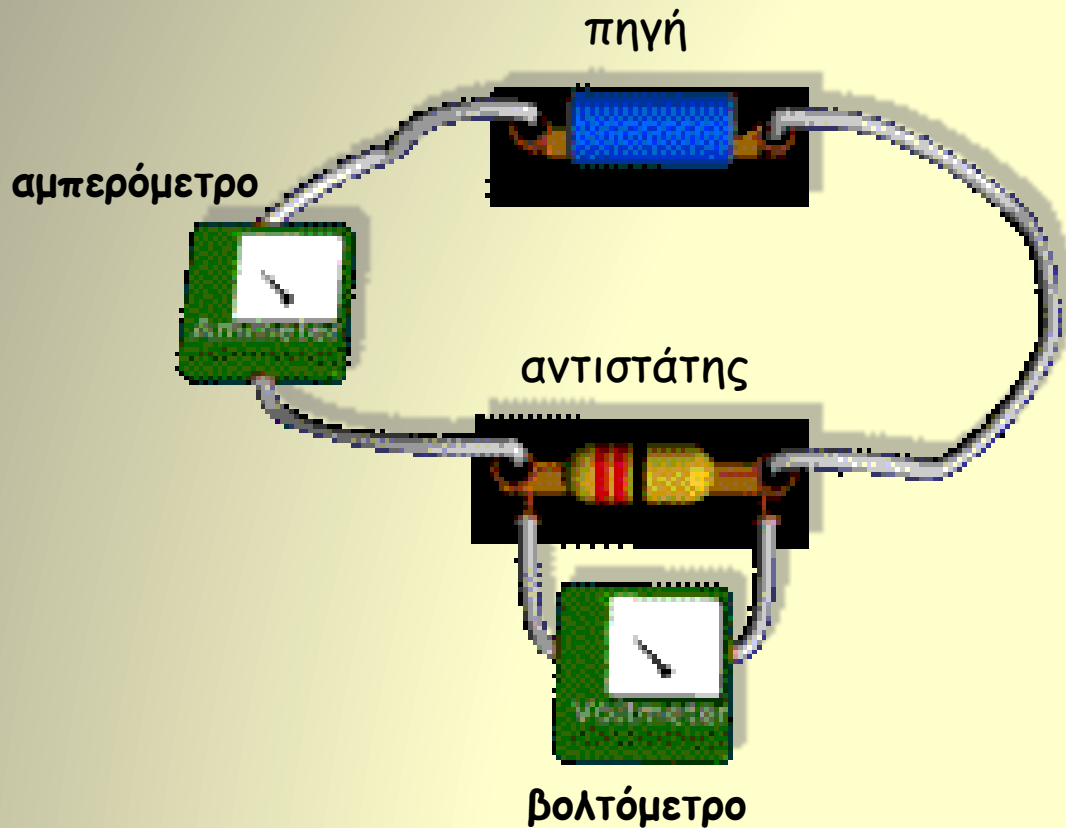


Ένας μεταλλικός αγωγός ονομάζεται **αντιστάτης**.

Η δυσκολία που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα όταν διέρχεται από τον μεταλλικό αγωγό ονομάζεται **αντίσταση ή ωμική αντίσταση**.

Συχνά χρησιμοποιούμε τον όρο **« αντίσταση »** και εννοούμε τον **« αντιστάτη »** .

Μεταβάλλοντας την τάση στα άκρα του αντιστάτη,
μεταβάλλεται η ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει.



$V (V)$	$I (A)$	V / I
0	0	-
5	0,2	25
10	0,4	25
15	0,6	25
20	0,8	25

Αντίσταση (R) ενός αγωγού ονομάζουμε το μονόμετρο μέγεθος που ισούται με το πηλίκο της τάσης V , που εφαρμόζεται στα άκρα του αγωγού, προς την ένταση του ρεύματος I που τον διαρρέει.

Μονάδα μέτρησης της αντίστασης στο S.I.:

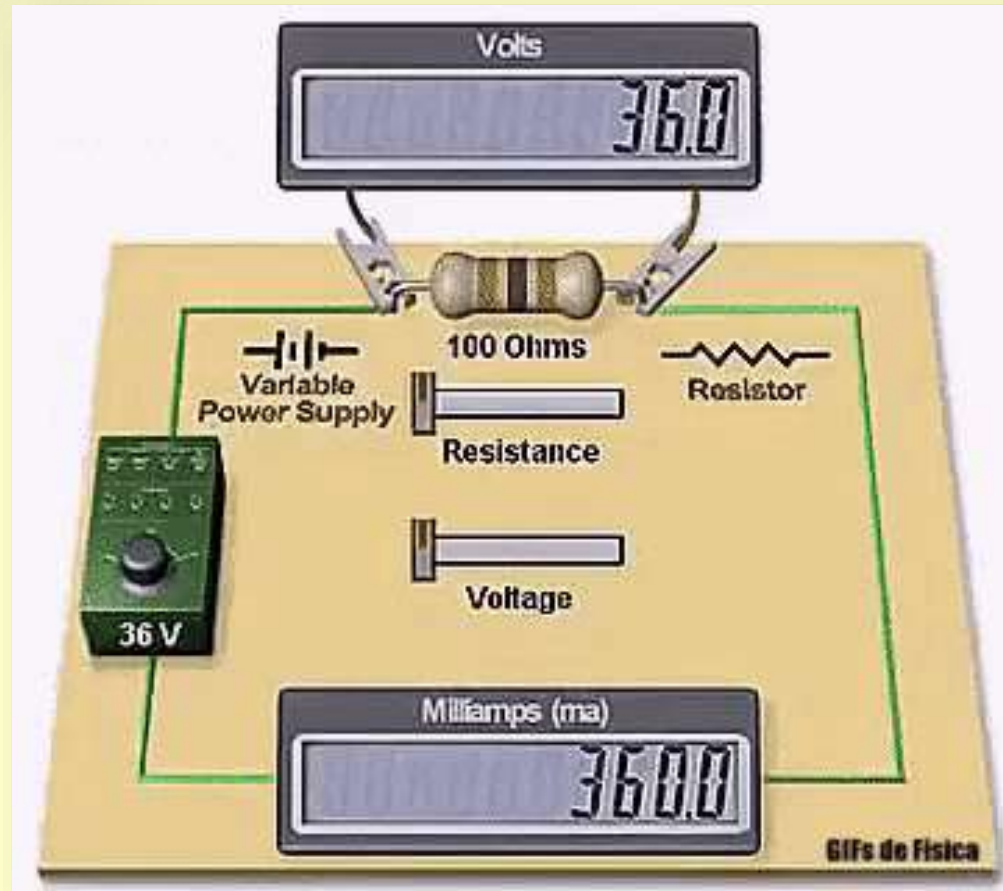
$$R = \frac{V}{I}$$
$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$



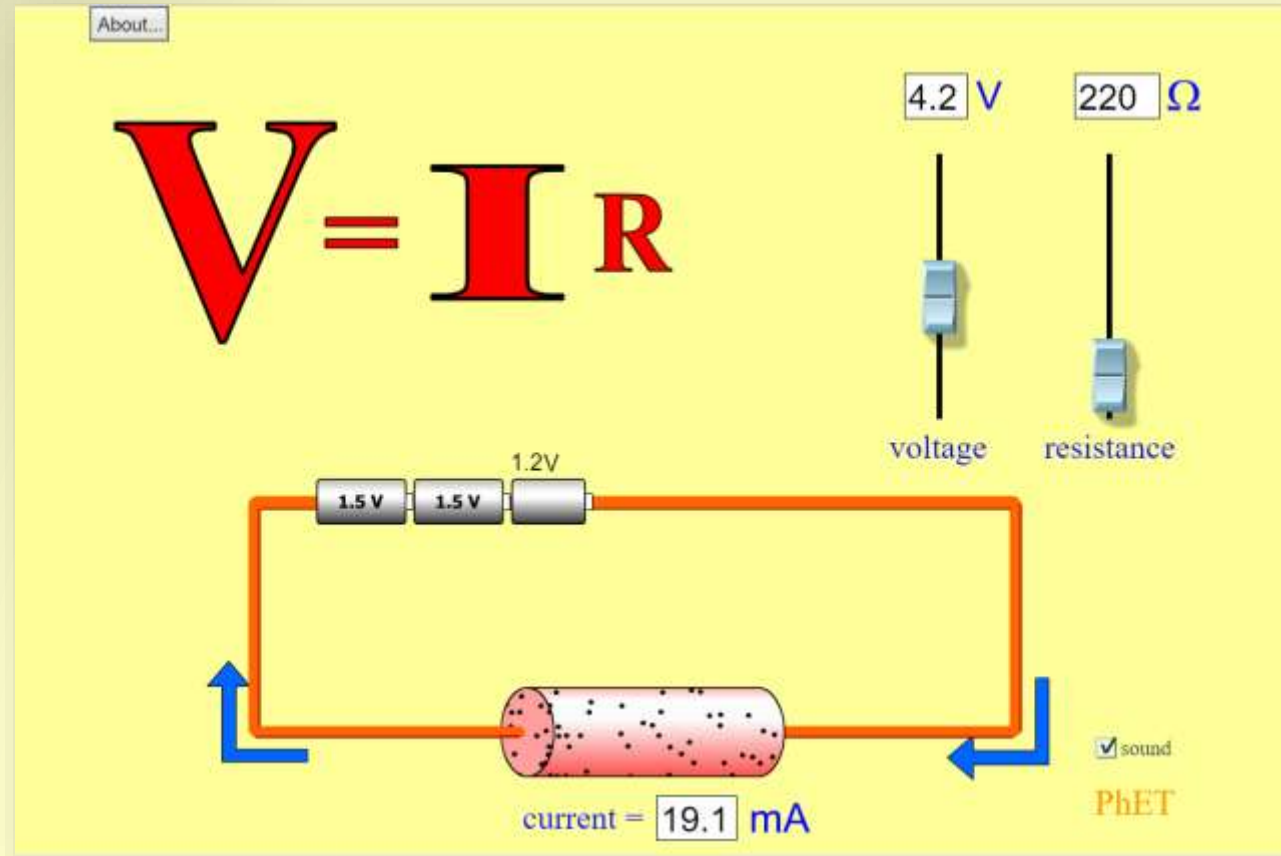
Georg Ohm
1789 - 1854

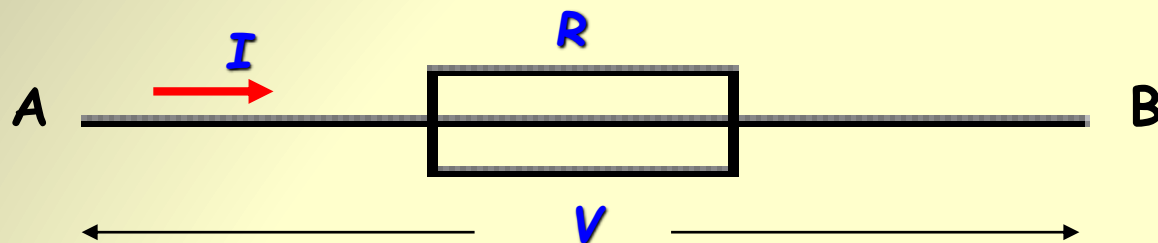
Μονάδα μέτρησης της αντίστασης αγωγού στο S.I.
είναι το 1Ω μ (1Ω) προς τιμή του Γερμανού φυσικού

Νόμος του Ohm



Νόμος του Ohm

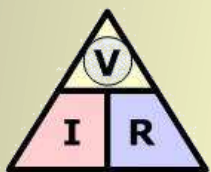
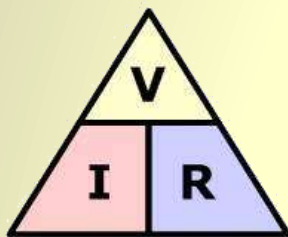




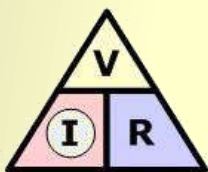
Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν **αντιστάτη σταθερής θερμοκρασίας** είναι ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του.

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

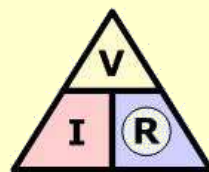
Δηλαδή, ένας τέτοιος αντιστάτης παρουσιάζει **σταθερή αντίσταση**.



$$V = I \times R$$



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

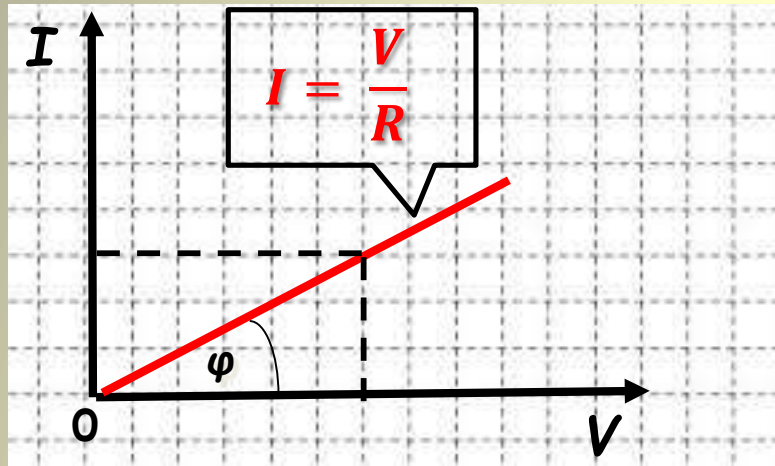


$$R = \frac{V}{I}$$

$$V = I \cdot R \quad \text{ή} \quad R = \frac{V}{I} \quad \text{ή} \quad I = \frac{V}{R}$$

Χαρακτηριστική αντιστάτη (Γραφική παράσταση $I - V$)

$$\text{κλίση χαρακτηριστικής} = \frac{I}{V} = \frac{1}{R} = \text{σταθ.}$$



Από την **κλίση** της χαρακτηριστικής $I = f(V)$ του αντιστάτη, μπορούμε να υπολογίσουμε την **αντίσταση R** του αγωγού.

Όσο **μεγαλύτερη** είναι η **κλίση**, τόσο **μικρότερη** είναι η **αντίσταση**.

!!!! Συχνά η γραφική παράσταση μάς δίνεται με τη μορφή $V = f(I)$.

Παρατηρήσεις στο νόμο του Ohm.

- Συχνά συγχέουμε τον ορισμό της αντίστασης αγωγού $R = \frac{V}{I}$ με το νόμο του Ohm $I = \frac{V}{R}$, επειδή έχουν την ίδια μορφή.
- Με τη σχέση $R = \frac{V}{I}$ υπολογίζουμε την αντίσταση σε κάθε τύπο αγωγού (μεταλλικός, λυχνία κενού, λυχνία αερίου, ηλεκτρολύτης κλπ).
- Ο νόμος του Ohm $I = \frac{V}{R}$ ισχύει για μεταλλικό αγωγό σε σταθερή θερμοκρασία.
- !!!!! Η αντίσταση R είναι σταθερή. Δεν είναι ανάλογη της τάσης ή αντιστρόφως ανάλογη της έντασης.

Καταλαβαίνω, ότι η αντίσταση
ενός αγωγού εξαρτάται από
κάποιους παράγοντες.



Πραγματικά, η αντίσταση ενός αγωγού με
μορφή κυλινδρικού σύρματος, εξαρτάται από

- το μήκος του αγωγού,
- το εμβαδόν της διατομής του αγωγού,
- τη θερμοκρασία του αγωγού,
- το υλικό του αγωγού.

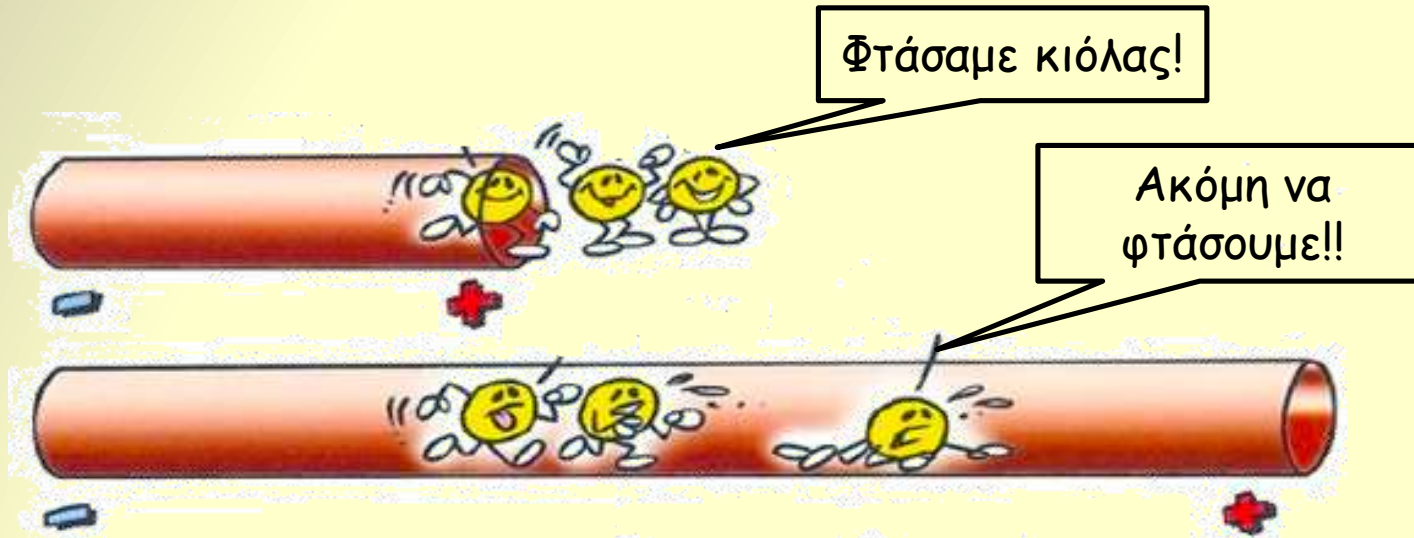


**Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται
η αντίσταση ενός κυλινδρικού σύρματος.**



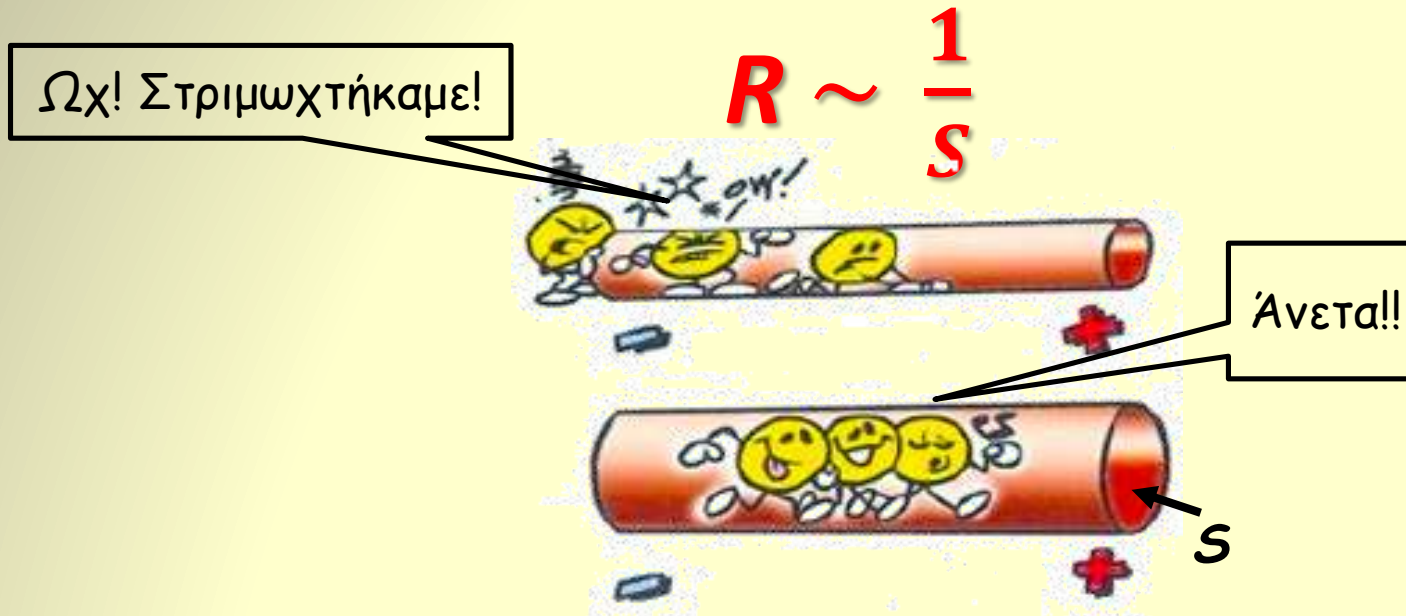
- Η αντίσταση R ενός αγωγού είναι ανάλογη του μήκους του l .

$$R \sim l$$



Όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος του αγωγού, τόσο περισσότερες είναι οι συγκρούσεις των ελευθέρων ηλεκτρονίων με τα θετικά ιόντα, άρα τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση του αγωγού.

- Η αντίσταση R ενός αγωγού είναι αντιστρόφως ανάλογη του εμβαδού S της διατομής του.



Όσο μεγαλύτερο είναι το εμβαδό διατομής του αγωγού, τόσο λιγότερες είναι οι συγκρούσεις των ελευθέρων ηλεκτρονίων με τα θετικά ιόντα, άρα τόσο μικρότερη είναι η αντίσταση του αγωγού.

- Η αντίσταση ενός αγωγού εξαρτάται από τη θερμοκρασία του αγωγού.

Ωχ! Τρακάραμε!



Η αύξηση του πλάτους ταλάντωσης των θετικών ιόντων με την αύξηση της θερμοκρασίας, αυξάνει την πιθανότητα των συγκρούσεων των ελευθέρων ηλεκτρονίων με αυτά, άρα και την αντίσταση του μεταλλικού αγωγού.

- Η αντίσταση ενός αγωγού εξαρτάται από το υλικό του.



Το μέγεθος που εκφράζει ποσοτικά την εξάρτηση της αντίστασης ενός αγωγού από το υλικό του αγωγού και τη θερμοκρασία συμβολίζεται με ρ και ονομάζεται **ειδική αντίσταση του υλικού**. Η **μονάδα μέτρησής** της στο S.I. είναι το **$1\Omega \cdot m$** .

Ειδική αντίσταση ρ μερικών υλικών στους 20 °C	
ΜΕΤΑΛΛΑ (αγωγοί)	
Άργυρος	$1,6 \times 10^{-8} \Omega m$
Χαλκός	$1,7 \times 10^{-8} \Omega m$
Σίδηρος	$9,5 \times 10^{-8} \Omega m$
Υδράργυρος	$96 \times 10^{-8} \Omega m$
ΚΡΑΜΑΤΑ (αγωγοί)	
Κονσταντάνη (Cu, Ni)	$50 \times 10^{-8} \Omega m$
Χρωμονικελίνη (Ni, Fe, Cr, Mn)	$100 \times 10^{-8} \Omega m$
Μαγγανίνη (Cu, Mn, Ni)	$42 \times 10^{-8} \Omega m$
ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ	
Πυρίτιο	περίπου 1000
Γερμάνιο	περίπου 0,5
ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΑ (μονωτές)	
Γυαλί	10^{12} έως 10^{15}
Ξύλο	10^8 έως 10^{12}

Από τον πίνακα φαίνεται ότι τη μικρότερη ειδική αντίσταση την έχουν ο άργυρος και ο χαλκός. Γι' αυτό, τα σύρματα που χρησιμοποιούμε συνήθως είναι χάλκινα, αφού ο άργυρος είναι ακριβός.



Η σχέση που συνδέει την αντίσταση R με όλους τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται, είναι

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

Με κριτήριο την τιμή της ειδικής αντίστασης, τα υλικά κατατάσσονται σε αγωγούς, ημιαγωγούς και μονωτές.



Η **ειδική αντίσταση ρ** ως συνάρτηση της θερμοκρασίας δίνεται από τη σχέση

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

Ο συντελεστής **α** ονομάζεται **θερμικός συντελεστής ειδικής αντίστασης** και εξαρτάται από το υλικό του αγωγού.

ρ_0 , η ειδική αντίσταση του υλικού σε θερμοκρασία 0°C ,

ρ_{θ} , η ειδική αντίσταση του υλικού σε θερμοκρασία $\theta^{\circ}\text{C}$.

Μονάδα μέτρησης του θερμικού
συντελεστή στο S.I.:

$\alpha \rightarrow \text{grad}^{-1}$

όπου grad, η κατάλληλη μονάδα
μέτρησης της θερμοκρασίας.

Θερμικός συντελεστής α μερικών υλικών

Άργυρος	$3,8 \times 10^{-3} \text{grad}^{-1}$
Χαλκός	$3,9 \times 10^{-3} \text{grad}^{-1}$
Μόλυβδος	$4,3 \times 10^{-3} \text{grad}^{-1}$
Σίδηρος	$5 \times 10^{-3} \text{grad}^{-1}$
Κονσταντάνη (Cu, Ni)	$2 \times 10^{-6} \text{grad}^{-1}$ (πρακτικά μηδέν)
Χρωμονικελίνη (Ni, Fe, Cr, Mn)	$4 \times 10^{-4} \text{grad}^{-1}$ (πάρα πολύ μικρή τιμή)
Μαγγανίνη (Cu, Mn, Ni)	0
Γραφίτης (Άνθρακας)	$-0,5 \times 10^{-3} \text{grad}^{-1}$
Γερμάνιο	$-48 \times 10^{-3} \text{grad}^{-1}$
Πυρίτιο	$-75 \times 10^{-3} \text{grad}^{-1}$

Παρατηρούμε ότι:

- Τα **καθαρά μέταλλα έχουν $\alpha > 0$** , συνεπώς η ειδική αντίστασή τους αυξάνεται, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία.
- **Ορισμένα κράματα έχουν $\alpha = 0$** , συνεπώς η ειδική αντίστασή τους δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία.
- **Ορισμένα υλικά (γραφίτης, γερμάνιο, πυρίτιο, ηλεκτρολύτες) έχουν $\alpha < 0$** , συνεπώς, η ειδική αντίστασή τους μειώνεται, όταν αυξάνεται η θερμοκρασία.



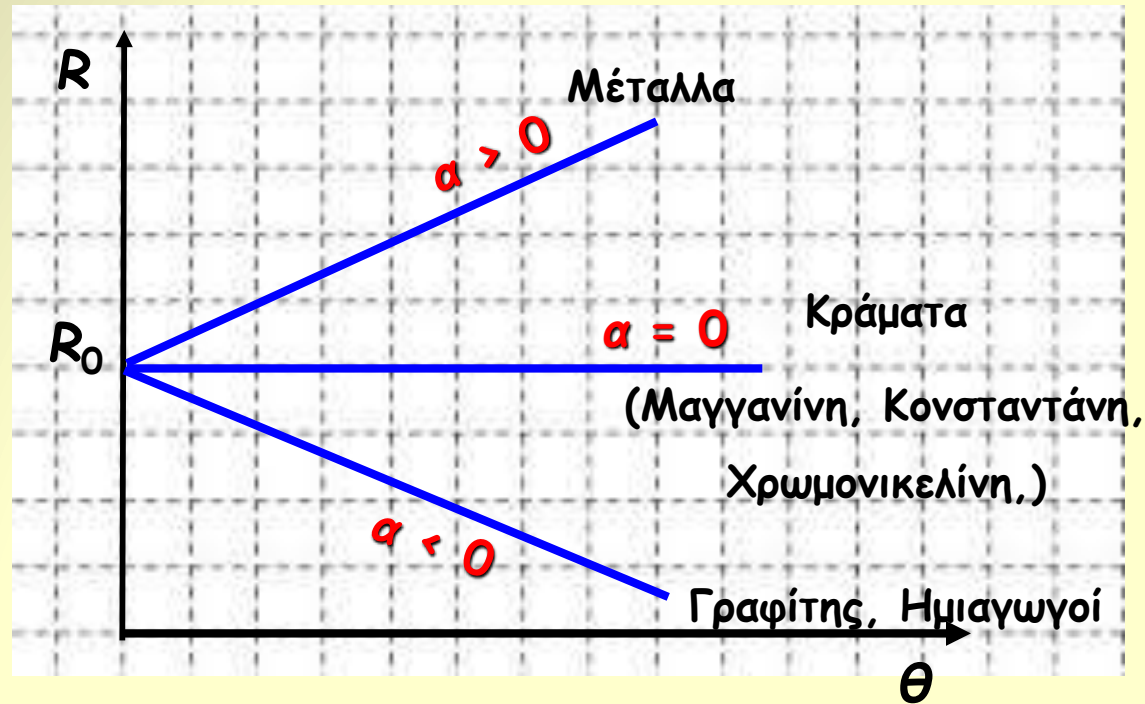
Από τα προηγούμενα συνάγουμε ότι,
η μεταβολή της αντίστασης του αγωγού με τη θερμοκρασία,
οφείλεται αποκλειστικά στη μεταβολή της ειδικής του αντίστασης
(θεωρώντας αμελητέα τη μεταβολή των γεωμετρικών διαστάσεων του αγωγού
λόγω της θερμικής διαστολής).

$$\text{στους } 0\text{ }^{\circ}\text{C: } R_0 = \rho_0 \frac{l}{S} \qquad \text{στους } \theta\text{ }^{\circ}\text{C: } R_{\theta} = \rho_{\theta} \frac{l}{S}$$

Επειδή $\rho_{\theta} = \rho_0 (1 + \alpha \cdot \theta)$, τελικά θα έχουμε:

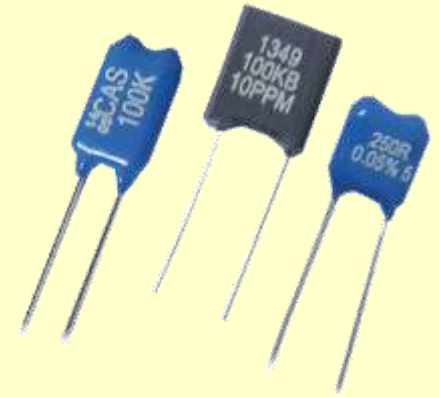
$$R_{\theta} = \rho_0 (1 + \alpha \cdot \theta) \frac{l}{S} \longrightarrow R_{\theta} = R_0 (1 + \alpha \cdot \theta)$$

Γραφική παράσταση της αντίστασης R του αγωγού με τη θερμοκρασία θ .



Ανάλογα με την τιμή του θερμικού συντελεστή α , η αντίσταση R αυξάνεται, μειώνεται ή παραμένει σταθερή, καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία.

Μορφή αντιστατών



Χρήσιμα στοιχεία για τις ασκήσεις.

Υπολογισμός εμβαδού διατομής σύρματος: $S = \pi \cdot r^2$

Υπολογισμός όγκου κυλινδρικού σύρματος: $V = \ell \cdot S$

Υπολογισμός μήκους κυκλικού σύρματος: $\ell = 2\pi r$

όπου, r είναι η ακτίνα της διατομής του σύρματος
και ℓ είναι το μήκος του σύρματος.

Παρακάτω δίνονται μερικές διευθύνσεις όπου μπορείτε να βρείτε αναρτήσεις με θέμα « Αντίσταση αγωγού ».

- Μια διαδικτυακή παρουσίαση [εδώ](#) και [εδώ](#).
- Προσομοίωση σχέσης μεγεθών R, ρ, A, L από το PHET Colorado [εδώ](#).

Ερωτήσεις στον **Δυναμικό Ηλεκτρισμό**

Αντίσταση - Αντιστάτης (N. Ohm)

Συνδεσμολογία αντιστατών

Ερωτήσεις Πολλαπλής επιλογής με απάντηση

2. Σημειώστε με (X) τη σωστή απάντηση.

Αν ένα χάλκινο σύρμα διπλωθεί στα δύο, τότε η ειδική του αντίσταση

α) παραμένει σταθερή. **X**

β) διπλασιάζεται.

γ) υποδιπλασιάζεται.

δ) υποτετραπλασιάζεται.

3. Σημειώστε με (X) τη σωστή απάντηση.

Ο νόμος του Ohm για αντιστάτη ισχύει όταν

α) η τάση του είναι σταθερή.

β) η θερμοκρασία του είναι σταθερή. **X**

γ) ο θερμικός συντελεστής αντίστασης είναι σταθερός.

δ) η θερμοκρασία αυξάνεται.

8. Να σημειώσετε (Σ) στις σωστές και (Λ) στις λανθασμένες προτάσεις.

α) Οι όροι «αντιστάτης» και «αντίσταση» ταυτίζονται. Λ

β) Η αντίσταση ενός αγωγού εξαρτάται από τη θερμοκρασία του. Σ

γ) Η ειδική αντίσταση εξαρτάται από τα γεωμετρικά στοιχεία του αγωγού. Λ

δ) Ένας αντιστάτης έχει αντίσταση 10Ω . Σ

34. Συμπληρώστε τα κενά στις παρακάτω προτάσεις.

Η αντίσταση ενός αγωγού ορίζεται από τον τύπο $R = \frac{V}{I}$.

Στο S.I. η μονάδα μέτρησης της αντίστασης είναι το 1Ω .

Η αντίσταση ενός αγωγού εκφράζει τη **δυσκολία** που συναντά το ηλεκτρικό ρεύμα όταν διέρχεται μέσα από αυτόν.

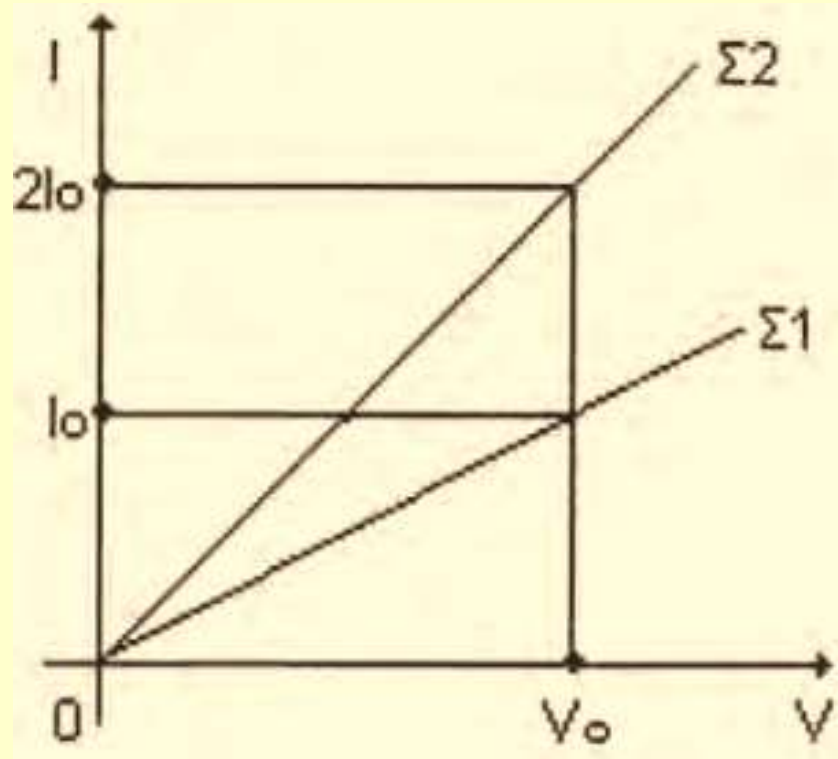
Ο ίδιος ο μεταλλικός αγωγός λέγεται **αντιστάτης**.

Η αντίσταση των μεταλλικών αγωγών οφείλεται στις **συγκρούσεις** των ελευθέρων ηλεκτρονίων με τα θετικά ιόντα.

Ασκήσεις

4. Στο παρακάτω διάγραμμα έχει παρασταθεί γραφικά η ένταση του ρεύματος I σε συνάρτηση με τη διαφορά δυναμικού V για δύο χάλκινα σύρματα Σ_1 και Σ_2 , που έχουν το ίδιο μήκος. Αν το εμβαδό διατομής του Σ_1 είναι $S_1 = 0,2\text{mm}^2$, να βρείτε το εμβαδό διατομής του Σ_2 .

$$S_2 = 0,4\text{mm}^2$$



5. Να κάνετε τη γραφική παράσταση της αντίστασης ενός αγωγού σε συνάρτηση με

α) το μήκος του.

β) το εμβαδό διατομής τους.

γ) την τάση στα άκρα του.

δ) την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει.

6. Ένα σύρμα από λευκόχρυσο έχει μήκος $\ell = 10\text{m}$ και μάζα $m = 3,6\text{g}$. Να βρείτε την αντίσταση του σύρματος, αν η πυκνότητα του λευκόχρυσου είναι $d = 21\text{g/cm}^3$ και η ειδική του αντίσταση $\rho = 9 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.

$$R = 52,5\Omega$$

7. Ένα σύρμα από σίδηρο έχει αντίσταση $R = 40\Omega$ και μήκος $\ell = 2\text{m}$. Λιώνουμε το σύρμα και φτιάχνουμε ένα άλλο, που θέλουμε να έχει αντίσταση $R' = 160\Omega$. Να βρείτε το μήκος του ℓ' . **$\ell' = 4\text{m}$**

8. Σε ποια θερμοκρασία ϑ η τιμή της ειδικής αντίστασης του χαλκού γίνεται διπλάσια από την τιμή, που έχει σε 0°C ; **$\theta = 1/\alpha, \quad \theta = 256,4^\circ\text{C}$**

Ισχύει το ίδιο για όλους τους χάλκινους αγωγούς, ανεξάρτητα από τη μορφή και το μέγεθός τους; **Για όλους τους χάλκινους αγωγούς ισχύει αυτή η τιμή.**

Ισχύει το ίδιο για αγωγούς, που είναι από διαφορετικό υλικό;

Δίνεται ο θερμικός συντελεστής αντίστασης $\alpha_{\text{Cu}} = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{grad}^{-1}$.

Για αγωγούς από άλλο υλικό η τιμή είναι διαφορετική.

9. Στα άκρα ενός σύρματος εφαρμόζουμε σταθερή συνεχή τάση και διαπιστώνουμε ότι σε θερμοκρασία $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$ η ένταση του ρεύματος, που διαρρέει το σύρμα είναι $I_1 = 2\text{A}$, ενώ σε θερμοκρασία $\vartheta_2 = 2520^\circ\text{C}$ η ένταση του ρεύματος είναι $I_2 = 1\text{A}$. Να βρεθεί ο θερμικός συντελεστής αντίστασης του υλικού του σύρματος.

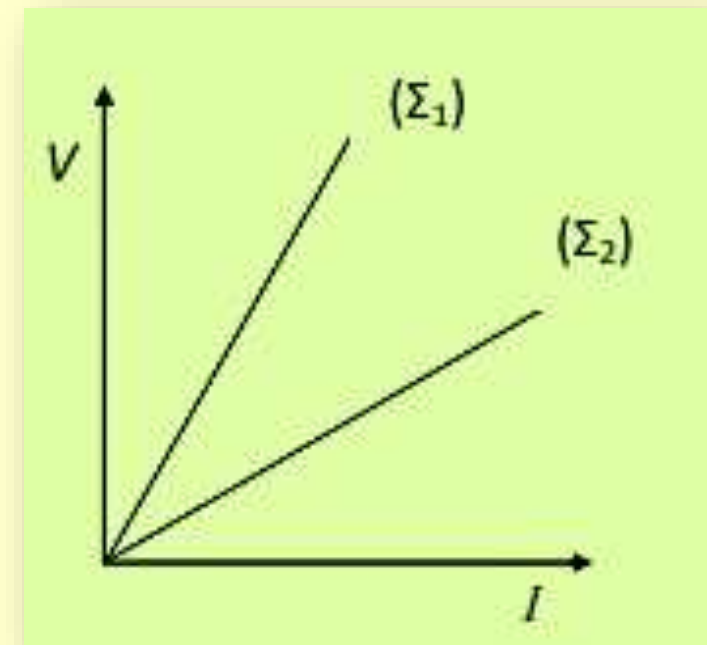
$$\alpha = 4 \cdot 10^{-4} \text{grad}^{-1}$$

Ερωτήσεις

1. Στα άκρα δύο χάλκινων συρμάτων Σ_1 και Σ_2 εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού V και κάθε σύρμα διαρρέεται από ρεύμα. Στο παρακάτω διάγραμμα έχει παρασταθεί γραφικά η ένταση του ρεύματος I σε συνάρτηση με τη διαφορά δυναμικού V για τα δύο σύρματα.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

- α.** Μεγαλύτερη αντίσταση έχει το σύρμα Σ_1 .
- β. Μεγαλύτερη αντίσταση έχει το σύρμα Σ_2 .
- γ. Τα σύρματα έχουν ίσες αντιστάσεις.



2. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται στο ίδιο διάγραμμα οι χαρακτηριστικές καμπύλες του ίδιου αγωγού σε θερμοκρασίες 20°C και 100°C .

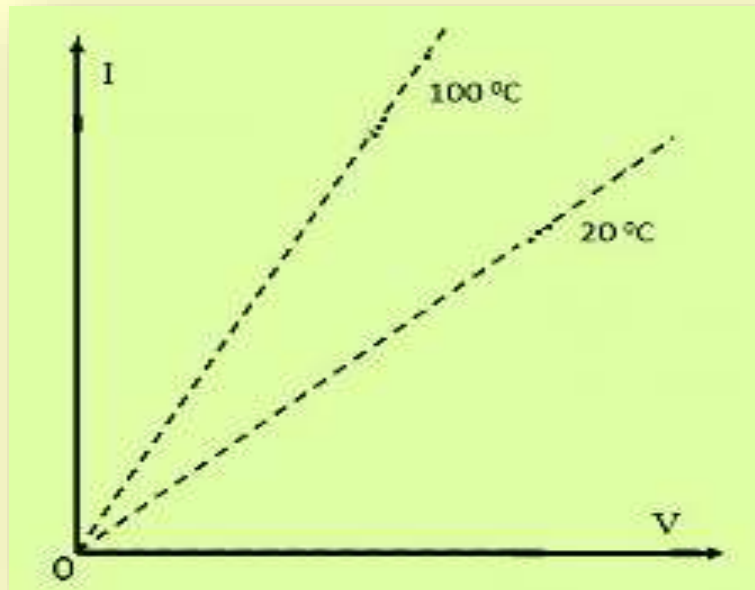
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Το υλικό του αγωγού είναι:

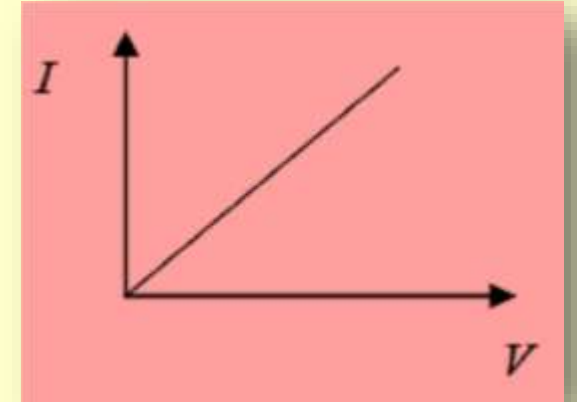
α. Καθαρό μέταλλο.

β. Γραφίτης.

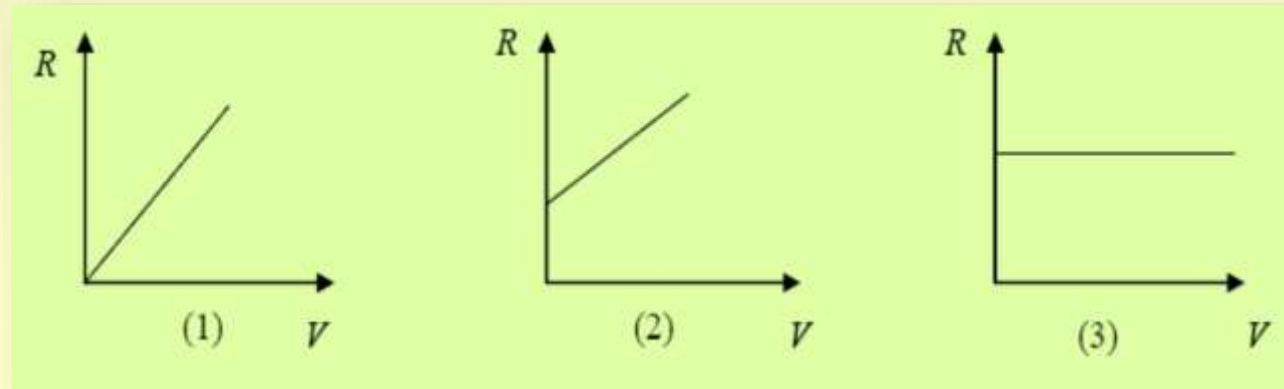
γ. Χρωμονικελίνη.



3. Η ένταση I του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη αντίστασης R , σταθερής θερμοκρασίας, μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τη διαφορά δυναμικού V , που εφαρμόζεται στα άκρα του, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται τρεις πιθανές γραφικές παραστάσεις, για τη μεταβολή της αντίστασης R , σε συνάρτηση με τη διαφορά δυναμικού V .



Η σωστή γραφική παράσταση είναι η

α. η (1).

β. η (2).

γ. η (3).