

Elektrické veličiny a jednotky

Elektrický odpor

Odpor vodiče

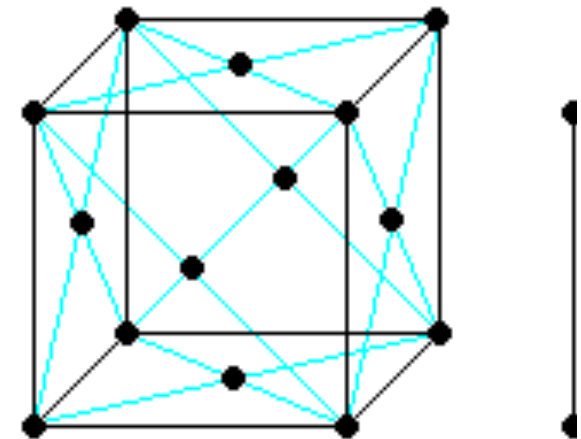
- Fyzikální veličina charakterizující schopnost vodiče bránit průchodu elektrického proudu.
- Elektrony při uspořádaném pohybu narážejí do krystalické mřížky a do sebe navzájem – brzdí tím uspořádaný pohyb e^-

➤ Značíme: **R**

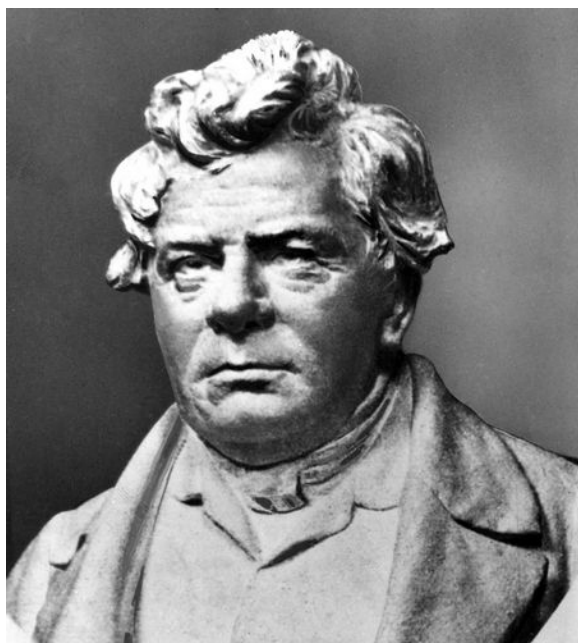
➤ Jednotka: *Ohm*...zápis Ω

Např.: $R_z = 2,5 \Omega$

$$R_{\text{izol}} = 1 \text{ M}\Omega$$



Jednotka OHM



Německý fyzik jménem
Georg Simon OHM
(1789 – 1854)

Na čem závisí odpor vodiče

Samozřejmě na parametrech vodiče

Délka – čím delší, tím více srážek – tím větší odpor

Průřez – čím větší, tím méně srážek – odpor snižujeme

Materiál vodiče – měrný odpor vodiče – rezistivita ρ

Rezistivita

Rezistivita – fyzikální veličina charakterizující odporové vlastnosti látek

- Závisí kromě jiného na teplotě – vodiče vs. polovodiče

$$\text{➤ } R = \rho \frac{l}{S} \rightarrow S R = \rho l$$

kde $R \dots [\Omega]$, $l \dots [m]$, $S \dots [m^2]$

➤ A co jednotky ?

Použijeme rozměrovou kontrolu :

$$R = \rho \frac{l}{S} \rightarrow \rho = R \frac{S}{l}, \dots \dots \dots \rho = \left[\Omega \frac{m^2}{m} \right] = [\Omega m]$$

Shrneme doposud probrané

- Odpor vodiče je vlastnost materiálu – nesouvisející s Ohmovým zákonem
- Nesouvisí s tím zda látku připojíme k nějakému zdroji, poteče elektrický proud....
- Měrný odpor vodiče – materiálová konstanta uvedená v tabulkách

Rezistivita pro některé kovy

Materiál	Složení	ρ [$\mu\Omega\cdot m$]
Stříbro	Ag	0,017
Měď	Cu	0,018
Zlato	Au	0,0235
Hliník	Al	0,028
Wolfram	W	0,05
Mosaz	50 - 99 % Cu, Zn	0,075
Železo	Fe	0,098
Platina	Pt	0,11
Cín	Sn	0,115
Tantal	Ta	0,155
Olovo	Pb	0,207
Nikelin	67 % Cu, 30 % Ni, 3 % Mn	0,4
Konstantan	54 % Cu, 45 % Ni, 1 % Mn	0,49
Nichrom	78 % Ni, 20 % Cr, 2 % Mn	1,08
Uhlík (grafit)	C	0,33 - 1,85

K zapamatování

Hliník

AL

$$\rho = 2,8 * 10^{-8} \Omega\text{m}$$

Měd

Cu

$$\rho = 1,7 * 10^{-8} \Omega\text{m}$$

Železo

Fe

$$\rho = 9,8 * 10^{-8} \Omega\text{m}$$

Příklad

- Vypočítejte odpor měděného drátu o průřezu 5 mm^2 a délce 3 km.
- Co víme: ze zadání $l = 3 \text{ km} = 3000 \text{ m} = 3 \cdot 10^3 \text{ m}$, $S = 5 \text{ mm}^2 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$,
Naše znalost $\rho_{\text{Cu}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$

Výpočet dosazením do vzorce :

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad \rightarrow \quad R = 1,7 \cdot 10^{-8} \frac{3 \cdot 10^3}{5 \cdot 10^{-6}} \Omega = \mathbf{10,2 \Omega}$$

Elektrická vodivost

Fyzikální veličina – jedná se o převrácenou hodnotu elektrického odporu

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$
$$G = \gamma \frac{S}{l}$$

$$[G] = \frac{1}{[R]} = \frac{1}{\Omega} = \text{S.....Siemens}$$

Příklad

Určete elektrickou vodivost drátu z minulé úlohy ($R = 10,2 \, \Omega$).

- Co víme: $R = 10,2 \, \Omega$, $\rho_{\text{Cu}} = 1,7 * 10^{-8} \, \Omega\text{m}$,
- Určíme: $G = ?$, $\gamma = ?$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{1,7 * 10^{-8}} \, \text{S} = 0,098 \, \text{S}$$

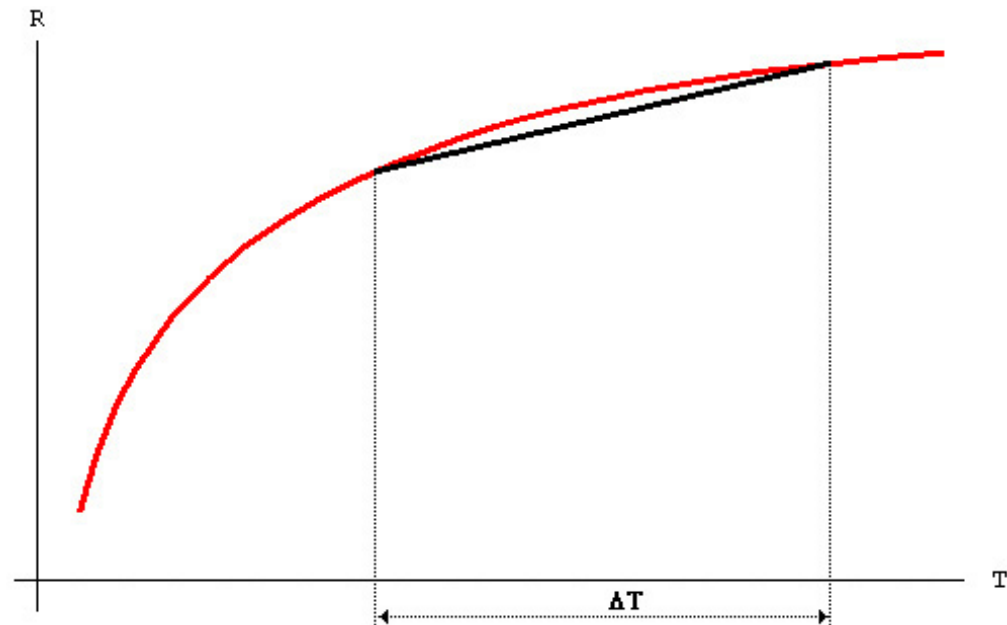
$$\gamma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{1,7 * 10^{-8}} \, \text{Sm}^{-1} = 6.10^6 \, \text{Sm}^{-1}$$

Závislost elektrického odporu na teplotě

Fyzikální představa:

- Při vyšší teplotě dochází k větším kmitům krystalové mřížky a ke zvýšení chaotické složky rychlosti pohybu volných e^-
- Častěji dochází ke srážkám elektronů a ke srážkám e^- a hůře se „usměrňují ve svém pohybu“
- Důsledek – **vodič zvyšuje svůj odpor s rostoucí teplotou**

Závislost elektrického odporu na teplotě



Zdroj obrázku: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/242-zavislost-odporu-kovoveho-vodice-na-teplote>

Závislost elektrického odporu na teplotě

$$R = R_0 (1 + \alpha t)$$

R_0 – odpor při teplotě 0°C

t – teplota, při níž nás odpor zajímá

α – teplotní součinitel odporu

$\alpha > 0$ s rostoucí teplotou odpor roste, platí pro většinu kovů při teplotách výrazně vyšších než absolutní nula ($T = 0\text{K}$)

$\alpha < 0$ s rostoucí teplotou odpor klesá (uhlík, germanium, křemík, ..)

Teplotní součinitele odporu pro některé látky

<u>látk</u>	$\alpha [10^{-3} \text{ K}^{-1}]$
<u>rtuť</u>	1
<u>stříbro</u>	4,1
<u>měď</u>	4
<u>hliník</u>	4
<u>wolfram</u>	4,5
<u>železo</u>	6,5
<u>křemík</u>	-70
<u>konstantan</u>	0,03

KONSTANTAN

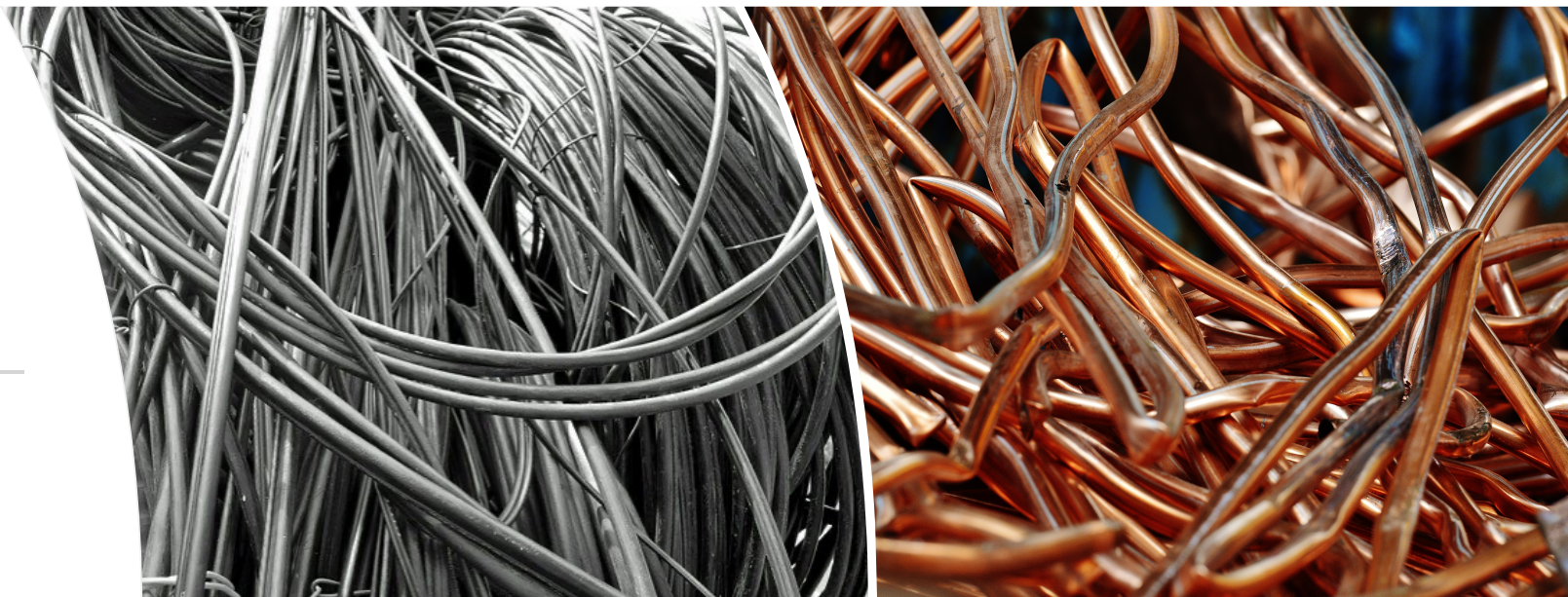
Slitina Ni (45 %) a Cu (55 %)

• Rezistivita	0,49 $\mu\Omega\cdot\text{m}$
• Teplotní součinitel odporu při 20 °C	0,00001
• Hustota	8,9 g/cm ³
• Měrná tepelná kapacita	0,41 kJ/(kg·K)
• Součinitel teplotní roztažnosti	0,000015/K
• Teplota tání	1225–1300 °C

Název materiálu souvisí s tím, že rezistivita je v širokém rozsahu teplot přibližně konstantní.

Závěr

- Při znalosti výše uvedeného – jaké materiály by jste použili na vodiče ?

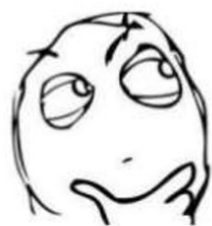


- Jaké materiály by jste použili na rezistory?



A další např. wolfram, nikelin, chromnikl

Děkuji za pozornost



Dotazy?

To je vše