



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



DIGITÁLNÍ UČEBNÍ MATERIÁL

škola	Střední škola F. D. Roosevelta pro tělesně postižené, Brno, Křižíkova 11
číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.1037
číslo učebního materiálu	VY_32_INOVACE_ZIL_EL_123_07
předmět, tematický celek	Základy elektrotechniky a elektroniky
ročník	První, druhý a třetí
datum vytvoření	2013
anotace	Materiál obsahuje řešené příklady na téma závislost elektrického odporu na teplotě a materiálu
metodická poznámka	Určeno pro práci s dataprojektorem a bílou keramickou tabulí. Příklady lze řešit na tabuli, nebo je mohou žáci řešit samostatně a nakonec pro kontrolu výsledků odhalit správné řešení.
autor	Ing. Olga Žilková
licence (není-li vyplněno, je materiál ze zdrojů autora)	T. Hajach, M. Tuma, E. Šteliarová: Základy elektrotechniky 1. Bratislava 1984



2



Rezistory a jejich vlastnosti

- závislost elektrického odporu na teplotě

$$R = \frac{U}{I} \quad R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

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



3



Odpor vodiče

Topné těleso pece je vyrobeno z kanthalového drátu s průřezem 1 mm^2 a délkou $0,1 \text{ km}$. Kanthal má měrný elektrický odpor při 20°C $1,45 \mu\Omega\text{m}$ a teplotní součinitel odporu je $49 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Jaký je elektrický odpor vinutí při 20°C a jaký je při 800°C ? Jak se změní měrný elektrický odpor kanthalu při 800°C ?

■ Dáno:

- $l = 0,1 \text{ km} = 100 \text{ m}$
- $S = 1 \text{ mm}^2 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
- $\rho_{20^\circ\text{C}} = 1,45 \mu\Omega\text{m} = 1,45 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$
- $t_1 = 20^\circ\text{C}$
- $t_2 = 800^\circ\text{C}$
- $\alpha = 49 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- $R_{20^\circ\text{C}} = ? [\Omega]$
- $R_{800^\circ\text{C}} = ? [\Omega]$
- $\rho_{800^\circ\text{C}} = ? [\mu\Omega\text{m}]$



4



Odpor vodiče

■ Řešení:

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

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = 1,45 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{100}{1 \cdot 10^{-6}}$$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = 145 \, \Omega$$

Elektrický odpor vinutí pece při 20°C je 145Ω.

■ Dáno:

- $l = 0,1 \text{ km} = 100 \text{ m}$
- $S = 1 \text{ mm}^2 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
- $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 1,45 \, \mu\Omega\text{m} = 1,45 \cdot 10^{-6} \, \Omega\text{m}$
- $R_{20^{\circ}\text{C}} = ? \, [\Omega]$



5



Odpor vodiče

■ Řešení:

$$R_{800^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot [1 + \alpha \cdot (t_2 - t_1)]$$

$$R_{800^{\circ}\text{C}} = 145 \cdot [1 + 49 \cdot 10^{-6} \cdot (800 - 20)]$$

$$R_{800^{\circ}\text{C}} = 145 \cdot [1 + 0,03822]$$

$$R_{800^{\circ}\text{C}} = 145 \cdot 1,03822$$

$$R_{800^{\circ}\text{C}} \doteq 150,5419\Omega$$

Elektrický odpor vinutí pece při 800°C je kolem 150Ω.

■ Dáno:

- $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$
- $t_2 = 800^{\circ}\text{C}$
- $\alpha = 49 \cdot 10^{-6} \text{C}^{-1}$
- $\underline{R_{20^{\circ}\text{C}} = 145\Omega}$
- $R_{800^{\circ}\text{C}} = ? [\Omega]$



6



■ Řešení:

$$\rho_{800^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \cdot [1 + \alpha \cdot (t_2 - t_1)]$$

$$\rho_{800^{\circ}\text{C}} = 1,45 \cdot 10^{-6} \cdot [1 + 49 \cdot 10^{-6} \cdot (800 - 20)]$$

$$\rho_{800^{\circ}\text{C}} = 1,45 \cdot 10^{-6} \cdot [1 + 0,03822]$$

$$\rho_{800^{\circ}\text{C}} = 1,45 \cdot 1,03822 \cdot 10^{-6}$$

$$\rho_{800^{\circ}\text{C}} \doteq 1,505419 \mu\Omega\text{m}$$

Měrný elektrický odpor kanthalu při 800°C se změní na 1,51 μΩm.

■ Dáno:

- $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$
- $t_2 = 800^{\circ}\text{C}$
- $\alpha = 49 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 1,45 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$
- $\rho_{800^{\circ}\text{C}} = ? [\mu\Omega\text{m}]$



7



Odpor vodiče

Vyhřívací těleso je vyrobeno z nichromu, délka odporového drátu je 0,5 km a průměr je 1 mm. Nichrom má měrný elektrický odpor při 20°C 108 $\mu\Omega\text{cm}$ a teplotní součinitel odporu je 0,0002°C⁻¹. Jaký je elektrický odpor tělesa při 1000°C? Jak se změní měrný elektrický odpor nichromu při 1000°C?

■ Dáno:

- $\rho_{20^\circ\text{C}} = 108 \mu\Omega\text{cm} = 108 \cdot 10^{-6} \Omega 10^{-2}\text{m} = 108 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$
- $l = 0,5 \text{ km} = 500 \text{ m}$
- $d = 1 \text{ mm} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- $t_1 = 20^\circ\text{C}$
- $t_2 = 1000^\circ\text{C}$
- $\alpha = 0,0002^\circ\text{C}^{-1}$
- $R_{20^\circ\text{C}} = ? [\Omega]$
- $R_{1000^\circ\text{C}} = ? [\Omega]$
- $\rho_{1000^\circ\text{C}} = ? [\mu\Omega\text{m}]$



8



Odpor vodiče

■ Řešení:

■ Dáno:

■ $d = 1 \text{ mm} \rightarrow r = 0,5 \text{ mm} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

■ $S = ? [\text{m}^2]$

$$S = \pi \cdot r^2$$

$$S = 3,14 \cdot (0,5 \cdot 10^{-3})^2$$

$$S = 785 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$$

Průřez nichromového drátu je $785 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$.



9



Odpor vodiče

■ Řešení:

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

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = 108 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{500}{785 \cdot 10^{-9}}$$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} \doteq 688 \, \Omega$$

Elektrický odpor vyhřívacího tělesa při 20°C je 688Ω.

■ Dáno:

- $l = 500 \, \text{m}$
- $S = 785 \cdot 10^{-9} \, \text{m}^2$
- $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 108 \cdot 10^{-8} \, \Omega\text{m}$
- $R_{20^{\circ}\text{C}} = ? \, [\Omega]$



10



Odpor vodiče

■ Řešení:

$$R_{1000^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot [1 + \alpha \cdot (t_2 - t_1)]$$

$$R_{1000^{\circ}\text{C}} = 688 \cdot [1 + 0,0002 \cdot (1000 - 20)]$$

$$R_{1000^{\circ}\text{C}} = 688 \cdot [1 + 0,196]$$

$$R_{1000^{\circ}\text{C}} = 688 \cdot 1,196$$

$$R_{1000^{\circ}\text{C}} \doteq 823 \, \Omega$$

Elektrický odpor vyhřívacího tělesa při 1000°C je kolem 823Ω.

■ Dáno:

- $R_{20^{\circ}\text{C}} = 688 \, \Omega$
- $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$
- $t_2 = 1000^{\circ}\text{C}$
- $\alpha = 0,0002^{\circ}\text{C}^{-1}$
- $R_{1000^{\circ}\text{C}} = ? \, [\Omega]$



11



■ Řešení:

$$\rho_{1000^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \cdot [1 + \alpha \cdot (t_2 - t_1)]$$

$$\rho_{1000^{\circ}\text{C}} = 108 \cdot 10^{-8} \cdot [1 + 0,0002 \cdot (1000 - 20)]$$

$$\rho_{1000^{\circ}\text{C}} = 108 \cdot 10^{-8} \cdot [1 + 0,196]$$

$$\rho_{1000^{\circ}\text{C}} = 129,168 \cdot 10^{-8}$$

$$\rho_{1000^{\circ}\text{C}} \doteq 1,29 \mu\Omega\text{m}$$

Měrný elektrický odpor nichromu se změní z $1,08 \mu\Omega\text{m}$ při 20°C na $1,29 \mu\Omega\text{m}$ při 1000°C .

■ Dáno:

- $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 108 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$
- $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$
- $t_2 = 1000^{\circ}\text{C}$
- $\alpha = 0,0002 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- $\rho_{1000^{\circ}\text{C}} = ? [\mu\Omega\text{m}]$



12



Odpor vodiče

Vodiče v elektrickém zařízení jsou vyrobeny z mědi, délka vodiče je 2 m a poloměr je 0,2 mm. Měď má měrný elektrický odpor při 20°C 1,69 $\mu\Omega\text{cm}$ a teplotní součinitel odporu je 0,004°K⁻¹. Jaký je elektrický odpor vodiče při pokojové teplotě 20°C? Jaký je elektrický odpor vodiče při provozní teplotě 50°C? Jak se změní měrný elektrický odpor mědi při 50°C?

■ Dáno:

- $\rho_{20^\circ\text{C}} = 1,69 \mu\Omega\text{cm} = 1,69 \cdot 10^{-6} \Omega 10^{-2}\text{m} = 1,69 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$
- $l = 2 \text{ m}$
- $r = 0,2 \text{ mm} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- $t_1 = 20^\circ\text{C}$
- $t_2 = 50^\circ\text{C}$
- $\alpha = 0,004^\circ\text{K}^{-1}$
- $R_{20^\circ\text{C}} = ? [\Omega]$
- $R_{50^\circ\text{C}} = ? [\Omega]$
- $\rho_{50^\circ\text{C}} = ? [\mu\Omega\text{m}]$



13



Odpor vodiče

■ Řešení:

$$S = \pi \cdot r^2$$

$$S = 3,14 \cdot (0,2 \cdot 10^{-3})^2$$

$$S \doteq 125,6 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$$

Průřez měděného drátu je $125,6 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2$.

■ Dáno:

■ $r = 0,2 \text{ mm} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

■ $S = ? [\text{m}^2]$



14



Odpor vodiče

■ Řešení:

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

$$R_{20^{\circ}\text{C}} = 1,69 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{2}{125,6 \cdot 10^{-9}}$$

$$R_{20^{\circ}\text{C}} \doteq 0,27 \, \Omega$$

Elektrický odpor vodičů při 20°C je 270 mΩ.

■ Dáno:

- $l = 2 \, \text{m}$
- $S = 628 \cdot 10^{-9} \, \text{m}^2$
- $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 1,69 \cdot 10^{-8} \, \Omega\text{m}$
- $R_{20^{\circ}\text{C}} = ? \, [\Omega]$



15



Odpor vodiče

■ Řešení:

$$R_{50^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot [1 + \alpha \cdot (t_2 - t_1)]$$

$$R_{50^{\circ}\text{C}} = 0,27 \cdot [1 + 0,004 \cdot (50 - 20)]$$

$$R_{50^{\circ}\text{C}} = 0,27 \cdot [1 + 0,12]$$

$$R_{50^{\circ}\text{C}} = 0,27 \cdot 1,12$$

$$R_{50^{\circ}\text{C}} \doteq 0,3024 \, \Omega = 302,4 \, \text{m}\Omega$$

Elektrický odpor vodiče při 50°C je kolem 302,4 mΩ.

■ Dáno:

- $R_{20^{\circ}\text{C}} = 0,27 \, \Omega$
- $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$
- $t_2 = 50^{\circ}\text{C}$
- $\alpha = 0,004^{\circ}\text{K}^{-1}$
- $R_{50^{\circ}\text{C}} = ? \, [\Omega]$



16



Odpor vodiče

■ Řešení:

$$\rho_{50^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \cdot [1 + \alpha \cdot (t_2 - t_1)]$$

$$\rho_{50^{\circ}\text{C}} = 1,69 \cdot 10^{-8} \cdot [1 + 0,004 \cdot (50 - 20)]$$

$$\rho_{50^{\circ}\text{C}} = 1,69 \cdot 10^{-8} \cdot [1 + 0,12]$$

$$\rho_{50^{\circ}\text{C}} = 1,8928 \cdot 10^{-8}$$

$$\rho_{50^{\circ}\text{C}} \doteq 1,89 \mu\Omega\text{cm}$$

Měrný elektrický odpor mědi se změní z $1,69 \mu\Omega\text{m}$ při 20°C na $1,89 \mu\Omega\text{cm}$ při 50°C .

■ Dáno:

- $\rho_{20^{\circ}\text{C}} = 1,69 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$
- $t_1 = 20^{\circ}\text{C}$
- $t_2 = 50^{\circ}\text{C}$
- $\alpha = 0,0002 \text{ C}^{-1}$
- $\rho_{1000^{\circ}\text{C}} = ? [\mu\Omega\text{m}]$