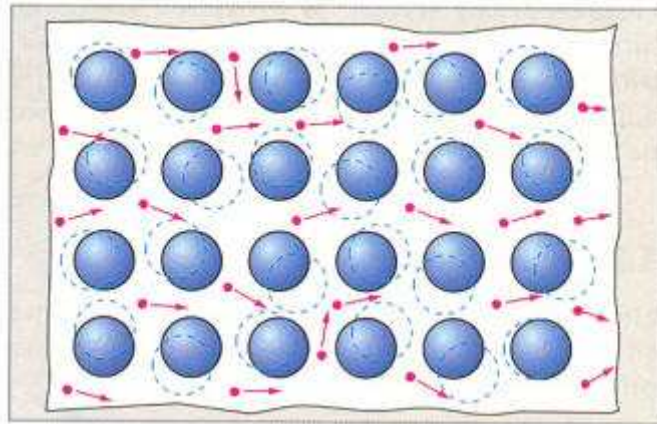


ELEKTRICKÝ ODPOR, VODIVOST, OHMŮV ZÁKON, ELEKTRICKÁ PRÁCE A VÝKON

Elektrický odpor a vodivost



Pohyb elektronů ve vodiči

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (\Omega)$$

ρ - rezistivita (měrný odpor) Ω/m

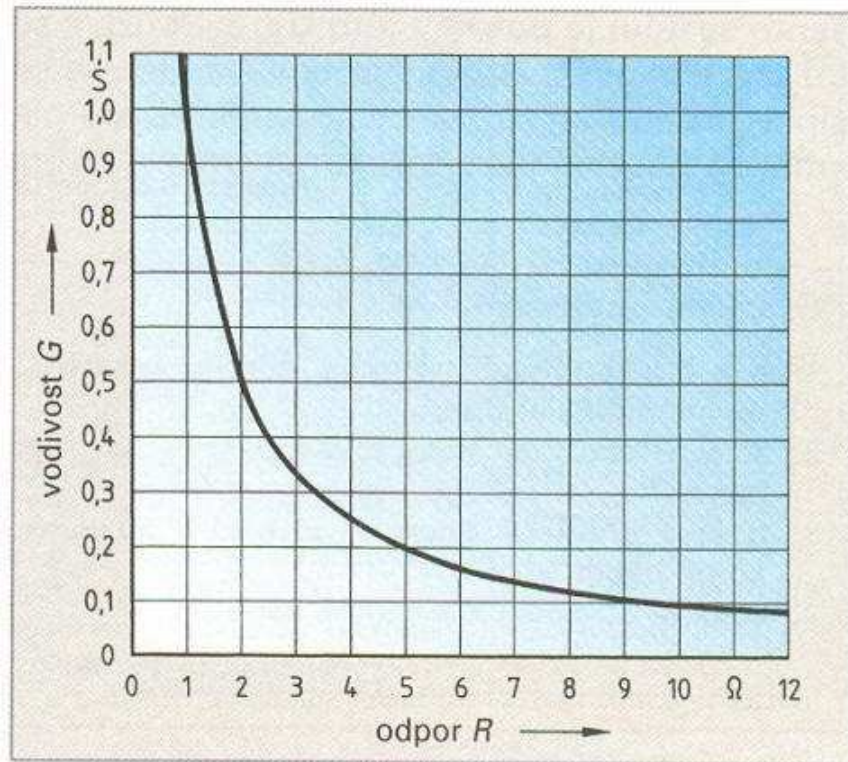
γ - měrná vodivost S/m

Rezistivita některých látek (při 20°C):

<i>Látka</i>	ρ ($\Omega \text{mm}^2 \text{m}^{-1}$)
měď	0,0178
hliník	0,0285
stříbro	0,0163
železo	0,1

$$G = \gamma \cdot \frac{S}{l} \quad G = \frac{1}{R} \quad (\text{S})$$

Vztah mezi vodivostí a odporem znázorňuje následující graf:



Při teplotě ϑ_1 je odpor vodiče R_1 . Po zahřátí na teplotu ϑ_2 se jeho odpor zvětší a bude R_2 .

Oteplení vodiče bude

$$\Delta \vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1$$

Přírůstek odporu bude

$$\Delta R = R_2 - R_1$$

Symbolem (delta) před veličinou se vyjadřuje změna – rozdíl hodnot (přírůstek) veličiny (podobně úbytek veličiny se vyjadřuje $-\Delta$.)

$$\alpha = \frac{\frac{R_2 - R_1}{R_1}}{\Delta \vartheta}$$

kde α se nazývá *teplotní součinitel odporu*, rozměr má 1/K .

$$R_2 = R_1 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta \vartheta)$$

$$R_2 = R_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (\vartheta - 20^\circ \text{C})]$$

$$R_2 = \frac{R_{20}}{1 + \alpha \cdot (20^\circ \text{C} - \vartheta)}$$

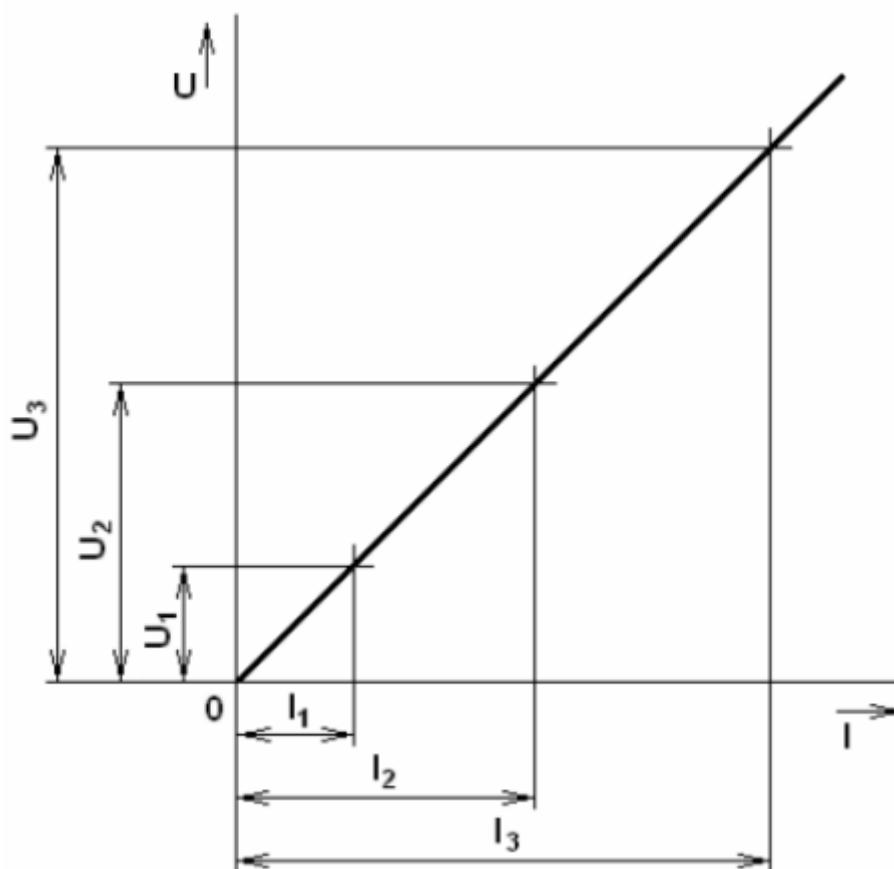
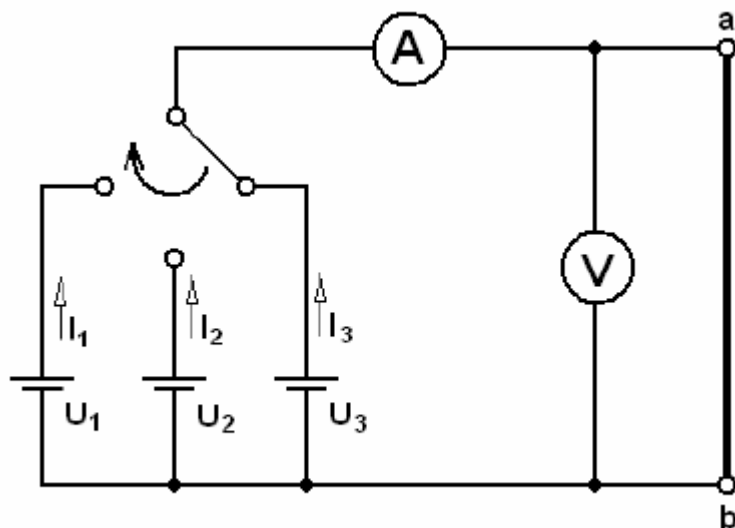
$$\rho = \rho_{20} [1 + \alpha (\vartheta - 20^\circ \text{C})]$$

Teplotní součinitele odporu některých látek:

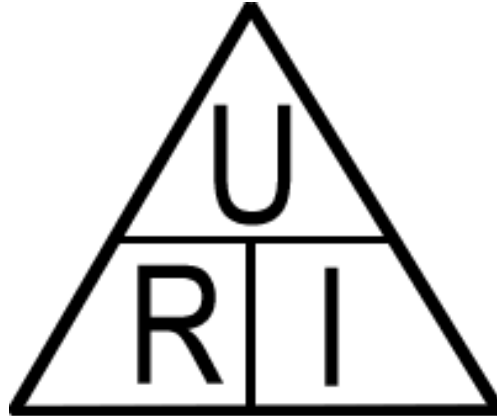
<i>Látka</i>	<i>α</i> (K ⁻¹)
měď	0,0042
hliník	0,004
stříbro	0,004
železo	0,0055

Ohmův zákon

$$U = RI \quad (V = \Omega A)$$



$$I = \frac{U}{R} \quad (A; V, \Omega)$$



$$U = \frac{I}{G}$$

$$\Delta U = \Delta R \Delta I$$

$$J = \frac{\Delta I}{\Delta S}, \quad E = \frac{\Delta U}{\Delta l},$$

a po dosazení a úpravě dostáváme

$$\Delta E \Delta l = \rho \frac{\Delta l}{\Delta S} J \Delta S,$$

po další úpravě

$$E = \rho J,$$

nebo

$$J = \gamma E.$$

Dostáváme jiný tvar Ohmova zákona.

Příklad č. 1

Stanovte proud, který prochází měděným vodičem při teplotě 20 °C a při teplotě 74 °C. Při teplotě 20 °C má odpor 1,8 Ω . Vodič je připojen na napětí 21,6 V.

$$I_{20} = \frac{U}{R_{20}} = \frac{21,6}{1,8} A = 12 A .$$

Odpor vodiče při teplotě 74°C

$$R_{74} = R_{20} [1 + \alpha (\vartheta - 20^\circ C)] = 1,8 [(1 + 0,0042 \cdot 54)] \Omega = 2,2 \Omega .$$

Proud procházející vodičem při teplotě 74 °C

$$I_{74} = \frac{U}{R_{74}} = \frac{21,6}{2,2} A = 9,8 A .$$

Při teplotě 20 °C prochází vodičem proud 12 A a při teplotě 74 °C proud 9,8 A.

Elektrická práce a výkon

$$A = UQ \quad (J; V, C)$$

ze vztahu

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

$$A = U \cdot I \cdot t \quad (J; V, A, s)$$

Použitím Ohmova zákona dostáváme vztahy

$$A = RI^2t \quad (J; \Omega, A, s)$$

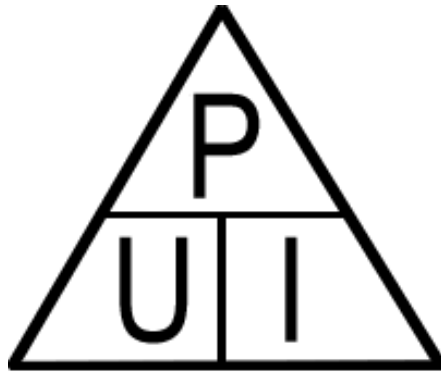
$$A = GU^2t \quad (J; V, S, s)$$

$$A = \frac{U^2}{R}t \quad (J; V, \Omega, s)$$

$$P = \frac{A}{t} = \frac{UI t}{t} = UI$$

tedy

$$P = UI \quad (W; V, I)$$



$$1J = 1Ws$$

Jmenovitý výkon spotřebiče udává, jaký výkon spotřebič odebírá za běžných provozních podmínek.

Dva výkony:

- 1) „užitečný výkon“ (zkráceně výkon)
- 2) **příkon**

Máme-li žárovku s příkonem 100 W, která dodává světelný výkon asi 10 W, tj. že 90 W se v ní neúčelně mění v teplo.

Účinnost

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad (-; W, W)$$

Pozor - účinnost je číslo bezrozměrné, a vždy menší než jedna. Účinnost se ale dá vyjádřit i v procentech, pak platí:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\% \quad (\%; W, W)$$

V tomto případě platí, že účinnost musí být menší než 100 %. Pokud hodnotu účinnosti odečteme od hodnoty 1 (nebo od 100 %) vyjde nám hodnota, kterou nazýváme **ztráty**.

Tepelné účinky elektrického proudu

$$W = U \cdot I \cdot t \quad (J; V, I, s)$$

Příklad č. 2

Stanovte tepelnou energii, která se vyvine za 30 minut v ponorném vaříči. Vaříč je připojen na napětí 220 V, má odpor 180 Ω a jeho energetická účinnost je 60 %.

Dodaná energie W_1

$$W_1 = UI t = \frac{U^2}{R} t = \left(\frac{220^2}{180} 30 \cdot 60 \right) J = 484\,000 = 484 \text{ kJ}.$$

Využitá energie

$$W_2 = \frac{\eta W_1}{100\%} = \frac{60 \cdot 484}{100} \text{ kJ} = 290,4 \text{ kJ}.$$

V ponorném vaříči se vyvine tepelná energie 290 kJ.

Příklad č. 3

Stanovte délku měděného vodiče, který má průřez 0,025 mm² a elektrický odpor 172 Ω .

Platí vztah

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

Z toho

$$l = \frac{RS}{\rho} = \frac{172 \cdot 0,025}{0,0178} m = 241,5 m.$$

Příklad č. 4

Stanovte práci a výkon vykonané elektrickým proudem za 52min. Proud 8A prochází vodičem s odporem 14Ω .

Převědeme minuty na sekundy

$$52 \text{ min} = (52 \cdot 60) \text{ s} = 3120 \text{ s} .$$

Napětí na vodiči

$$U = RI = (14 \cdot 8) \text{ V} = 112 \text{ V} .$$

Práce elektrického proudu

$$A = UI t = (112 \cdot 8 \cdot 3120) \text{ J} = 2795520 \text{ J} = 2,79552 \text{ MJ} .$$

Výkon elektrického proudu

$$P = UI = (112 \cdot 8) \text{ W} = 896 \text{ W} .$$

Příklad č. 5

Stejnoseměrný elektromotor připojený k síti s napětím 220V odebírá proud 6,5A. Vypočítejte příkon a výkon motoru, je-li jeho účinnost 86%.

Příkon motoru P_1

$$P_1 = UI = (220 \cdot 6,5) \text{ W} = 1430 \text{ W} .$$

Výkon motoru P_2

$$P_2 = \frac{\eta P_1}{100\%} = \frac{86 \cdot 1430}{100} \text{ W} = 1229,8 \text{ W} .$$

1. **Obvodem prochází proud 0,1 A při napětí 100 V. Jaký odpor má rezistor zařazený v obvodu?**

Výsledek: $1 \text{ k}\Omega$

2. **Domovní přípojka elektrického proudu byla provedena kabelem z hliníku o průřezu 16 mm^2 . Délka přípojky byla 260 m. Určete odpor přívodního vodiče. Měrný elektrický odpor hliníku je $0,027 \mu\Omega \cdot \text{m}$.**

Výsledek: $0,44 \Omega$

3. Žehlička na napětí 220 V má odpor topné vložky 40 Ω . Jak velký proud prochází topnou vložkou?
Výsledek: 5,5 A
-
4. Spotřebičem o odporu 1 k Ω prochází proud 3 mA. Jaké napětí je na jeho svorkách?
Výsledek: 3 V
-
5. Na síť o napětí 220 V je připojena žárovka, jejíž vlákno má odpor 440 Ω . Jaký proud prochází žárovkou?
Výsledek: 0,5 A
-
6. Na lidské tělo, jehož odpor je 3 k Ω , může mít smrtelné účinky proud 0,1 A. Jaké napětí odpovídá tomuto proudu?
Výsledek: 300 V
-
7. Na jaké napětí byl připojen spotřebič, je-li jeho odpor 540 Ω a prochází-li jím proud 4,5 A?
Výsledek: 2 400 V
-
8. Vodič ze zinku o průřezu 10 mm² má délku 100 m. Určete jeho odpor. Měrný elektrický odpor zinku je 0,060 $\mu\Omega \cdot m$.
Výsledek: 0,6 Ω
-
9. Vypočítejte odpor konstantanového drátu o průřezu 2 mm² a o délce 100 m. Měrný elektrický odpor konstantanu je 0,50 $\mu\Omega \cdot m$.
Výsledek: 25 Ω
-
10. Jaký bude výsledný odpor, když k hliníkovému vodiči o délce 500 m a průřezu 25 mm² připojíme paralelně druhý hliníkový vodič stejné délky a průřezu 16 mm²? Měrný elektrický odpor hliníku je 0,027 $\mu\Omega \cdot m$.
Výsledek: 0,33 Ω
-
11. Obloukovou lampou procházel proud 5 A. Na jaké napětí byla oblouková lampa o odporu 8 Ω připojena?
Výsledek: 40 V
-
12. Vlákem žárovky o odporu 800 Ω prochází proud 275 mA. Na jaké napětí je žárovka připojena?
Výsledek: 220 V
-
13. Při elektrickém napětí 16 V mezi konci rezistoru jím prochází elektrický proud 0,2 A. Jaký proud bude tímto rezistorem procházet, připojíme-li jej ke zdroji o napětí 48 V?
Výsledek: 0,6 A
-
14. K napětí 220 V ve spotřebitelské síti je připojen vaříč, kterým prochází proud 4,0 A. Poruchou v síti se snížil proud na 2,2 A. O kolik voltů pokleslo napětí v zásuvce?
Výsledek: 99 V
-
15. Na žárovce je údaj 4W/0,05A. Určete, jaký proud prochází žárovkou, připojíme-li ji ke článku o napětí 2 V.
Výsledek: 0,025 A

16. **Jaký je odpor topné spirály, kterou při napětí 220 V prochází proud 2 A?**
Výsledek: 110 Ω
-
17. **Jaký proud prochází spotřebičem o odporu 100 Ω , je-li připojen k napětí 20 V?**
Výsledek: 0,2 A
-
18. **Žárovka je připojena na napětí 220 V a prochází jí proud 0,46 A. Jaký je odpor vlákna žárovky?**
Výsledek: 480 Ω
-
19. **Telefonní sluchátko má odpor 4 000 Ω . Vypočtete, na jaké napětí je připojeno, prochází-li jím proud 2,5 mA.**
Výsledek: 10 V
-
20. **Na osvětlovacím zařízení automobilu je napětí 12 V. Při plném světle jím prochází proud 8 A. Jaký je odpor zařízení?**
Výsledek: 1,5 Ω
-
21. **Napětí na svorkách spotřebiče je 4,5 V. Spotřebičem prochází proud 0,5 A. Jaké napětí musí být na jeho svorkách, má-li jím procházet proud 0,7 A?**
Výsledek: 6,3 V
-
22. **Určete odpor měděného vodiče o průřezu 1,5 mm² a délce 100 m. Měrný elektrický odpor mědi je 0,017 8 $\mu\Omega \cdot m$.**
Výsledek: 1,2 Ω
-
23. **Jaký odpor musí mít topné těleso, aby jím při napětí 220 V procházel proud 4,1 A?**
Výsledek: 1,5 Ω
-
24. **Odpor rezistoru je 150 Ω . Největší proud, který jím může procházet, je 0,5 A. Na jaké největší napětí může být rezistor připojen?**
Výsledek: 75 V
-