

## 4.2.7 Odpor kovového vodiče, Ohmův zákon

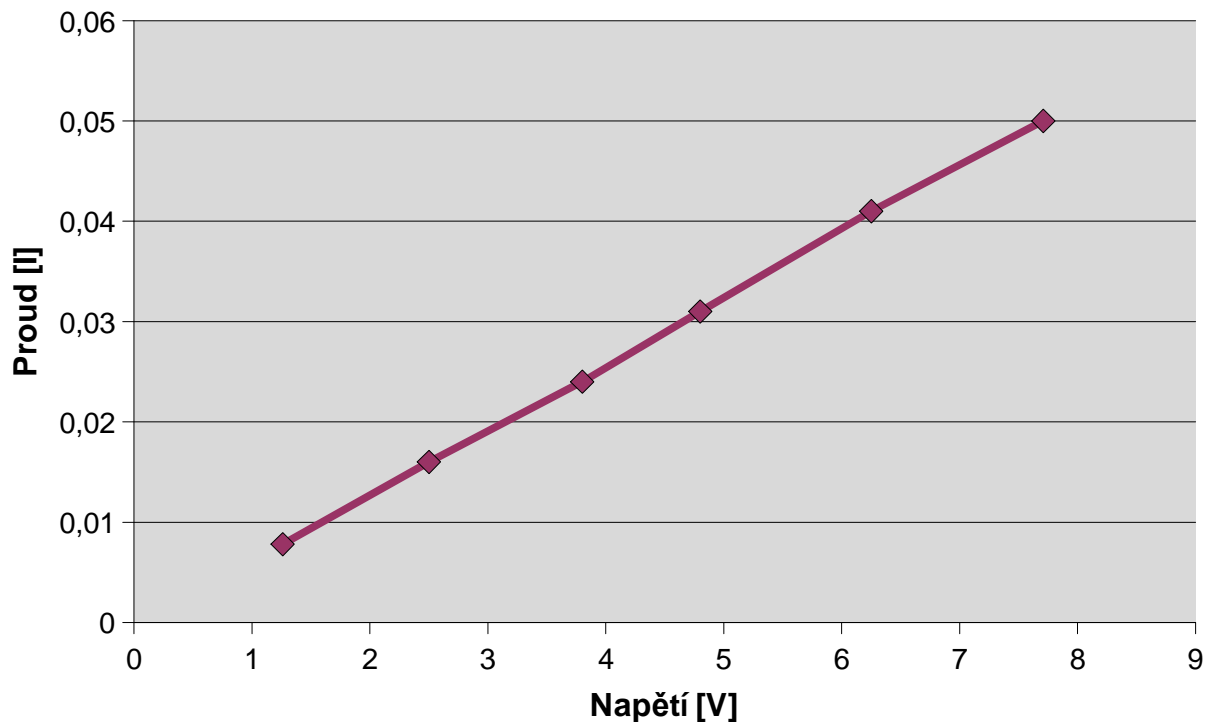
**Předpoklady:** 4201, 4205, 4206

**Př. 1:** Změř závislost proudu procházejícího rezistorem na napětí (VA charakteristiku). Měření proved' pro dva různé rezistory. Hodnotu napětí měň pomocí dvou až tří plochých baterií, ze kterých budeš postupně zapojovat jednotlivé články. Naměřené hodnoty napiš do tabulky (tabulku připrav tak, aby měla tři řádky místo potřebných dvou) a sestroj graf závislosti proudu na napětí.

Rezistor 150 Ohmů (ještě nevíme, co to číslo znamená)

<b>Napětí [V]</b>	1,26	2,5	3,8	4,8	6,25	7,71
<b>Proud [I]</b>	0,008	0,016	0,024	0,031	0,041	0,050

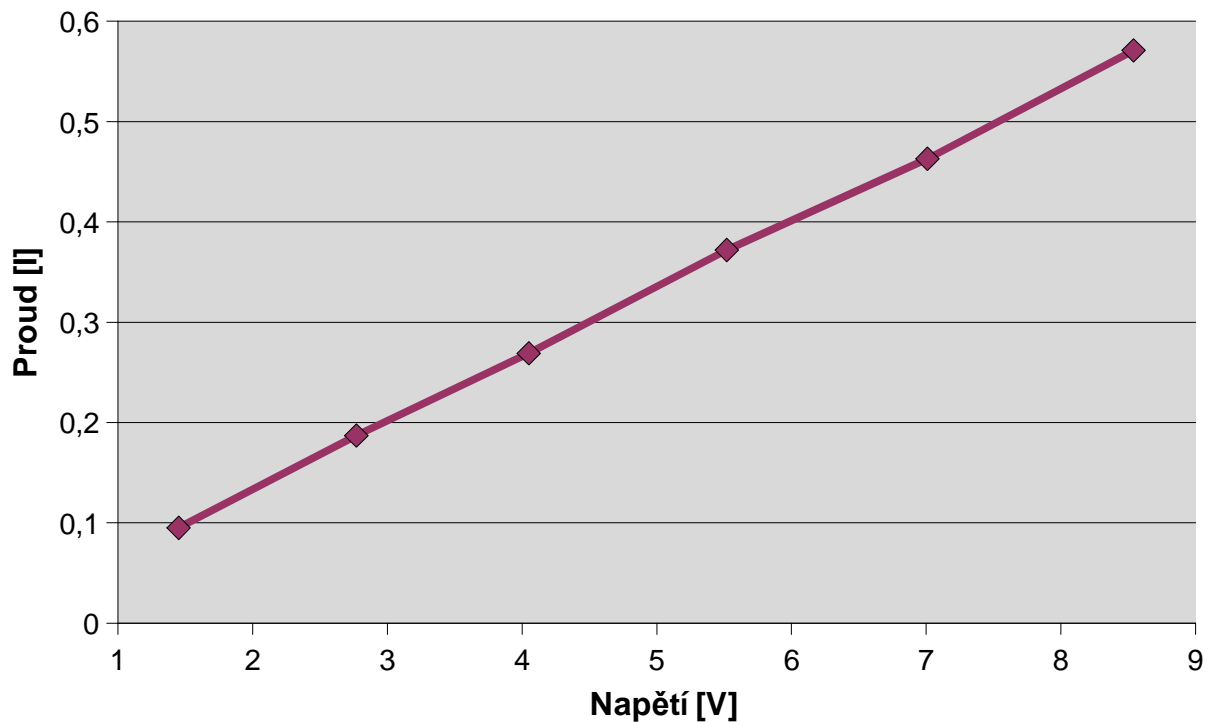
**Závislost proudu na napětí pro rezistor**



Rezistor 15 Ohmů (ještě nevíme, co to číslo znamená)

<b>Napětí [V]</b>	1,45	2,77	4,05	5,52	7,01	8,54
<b>Proud [I]</b>	0,095	0,187	0,269	0,372	0,463	0,571

## Závislost proudu na napětí pro rezistor



grafem závislosti je v obou případech přibližně přímka  $\Rightarrow$  jde o přímou úměrnost, čím větší je napětí, tím větší protéká proud (je vidět i z tabulky)

**Proud je přímo úměrný napětí**  $\Rightarrow$  matematicky píšeme:  $I = k \cdot U$

Na závislost se můžeme dívat i obráceně: je-li proud přímo úměrný napětí je i napětí přímo úměrné proudu  $\Rightarrow$  matematicky píšeme:  $U = K \cdot I$  (ve vzorci je velké  $K$ , jde o jinou konstantu než u předchozí úměrnosti, kde je malé  $k$ .)

Ze vztahu  $U = K \cdot I$  vyjádříme  $K$ :  $K = \frac{U}{I}$ . Jaký je význam konstanty  $K$ ? Kdy je  $K$  velké číslo?

Konstanta  $K$  je velká, když velkém napětí teče rezistorem malý proud. Jde o charakteristiku součástky. Konstanta  $K$  vyjadřuje, jak součástka brání průchodu proudu, „jak mu odporuje“. Říká se jí **elektrický odpor**, značí se  **$R$**  a měří se v **ohmech** [ $\Omega$ ].

Předchozí vztah se správně zapisuje:  $R = \frac{U}{I}$

**Př. 2:** Přidej k tabulkám naměřených hodnot napětí a proudu další řádku, do které spočítáš okamžitý odpor rezistoru podle vztahu  $R = \frac{U}{I}$ . Co by mělo platit pro vypočtené hodnoty?

Všechny hodnoty by se přibližně měly rovnat odporu součástky – tedy hodnotě 150  $\Omega$ .  
Odpor 150  $\Omega$

<b>Napětí [V]</b>	1,26	2,5	3,8	4,8	6,25	7,71
<b>Proud [I]</b>	0,008	0,016	0,024	0,031	0,041	0,050
<b>Poměr U/I</b>	161,54	156,25	158,33	154,84	152,44	154,2

Všechny hodnoty by se přibližně měly rovnat odporu součástky – tedy hodnotě 15 Ω.  
Odpor 15 Ω.

Napětí [V]	1,45	2,77	4,05	5,52	7,01	8,54
Proud [I]	0,095	0,187	0,269	0,372	0,463	0,571
Poměr U/I	15,26	14,81	15,06	14,84	15,14	14,96

V obou případech vychází odpor rezistorů ve všech sloupcích přibližně stejný. Odpor rezistoru, přes který protéká menší proud, je větší (podle předpokladů).

**Vztah**  $R = \frac{U}{I}$  se nazývá **Ohmův zákon**.

**Přesné znění Ohmova zákona:** Pokud je vodivá součástka během měření VA charakteristiky dostatečně chlazená a její teplota se nemění, platí, že procházející proud je přímo úměrný napětí mezi jejími konci.

Jsou i součástky, u kterých při měření VA charakteristiky nevyjde přímá úměrnost (například dioda nebo žárovka)  $\Rightarrow$  neznamená to neplatnost Ohmova zákona, pouze nestálost odporu součástky.

Rezistor je elektrická součástka, která se zapojuje do obvodu kvůli svému odporu, aby zmenšovala procházející proud.

**Př. 3:** Urči odpor rezistoru, kterým při napětí  $U = 4,7 \text{ V}$  procházel proud  $I = 0,101 \text{ A}$ .

$$U = 4,7 \text{ V} , I = 0,101 \text{ A} , R = ?$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{4,7}{0,101} \Omega = 46,5 \Omega$$

Odpor rezistoru byl 46,5 Ω.

**Př. 4:** Urči, jaký proud by tímto rezistorem procházel při napětí  $U = 1,5 \text{ V}$ .

$$U = 1,5 \text{ V} , R = 46,5 \Omega , I = ?$$

$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{1,5}{46,5} \text{ A} = 0,032 \text{ A}$$

Rezistorem by procházel proud 0,032 A.

**Př. 5:** Urči, při jakém napětí prochází rezistorem z předchozích příkladů proud  $I = 200 \text{ mA}$ .

$$R = 46,5 \Omega , I = 200 \text{ mA} = 0,2 \text{ A} , U = ?$$

$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow U = I \cdot R = 0,2 \cdot 46,5 \text{ V} = 9,3 \text{ V}$$

Rezistor musí být připojen na napětí 9,3 V, aby jím procházel proud 200 mA.

**Př. 6:** Na žárovce je uvedeno:  $U = 6 \text{ V}$   $I = 0,3 \text{ A}$ . Spočítej její odpor.

$$U = 6 \text{ V} , I = 0,3 \text{ A} , R = ?$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6}{0,3} \Omega = 20 \Omega$$

Elektrický odpor žárovky je odpor 20 Ω.

**Poznámka:** Pokud změříme odpor takové žárovky ohmmetrem, získáme daleko menší hodnotu. Tento fakt prozkoumáme později.

Vrátíme se na začátek. Proud je přímo úměrný napětí  $I = k \cdot U$ .

Vyjádríme si konstantu malé  $k$ :  $k = \frac{I}{U}$

konstanta  $k$  je velká, když součástíka teče velký proud při malém napětí. Vyjadřuje, jak snadno součástka vede elektrický proud, říká se jí **elektrická vodivost**, značí se **G** a měří se v **siemensech** [S].

Jaký je vztah mezi vodivostí a odporem?

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1}{\frac{I}{U}} = \frac{1}{G}$$

**Pedagogická poznámka:** Studenti se občas podivují nad tím, že konstanty úměrnosti nejsou od začátku značeny značkami fyzikálních veličin, ale písmeny  $k, K$ . Jde o záměr. Učebnice se snaží simulovat takový postup, který by umožňoval na poznatky samostatně přicházet. Konstanty úměrnosti se proto značí způsobem, který studenti znají z matematiky.

**Př. 7:** Urči vodivost žárovky o odporu  $20 \Omega$ .

$$R = 20 \Omega, \quad G = ?$$
$$R = \frac{1}{G} \Rightarrow G = \frac{1}{R} = \frac{1}{20} \text{ S} = 0,05 \text{ S}$$

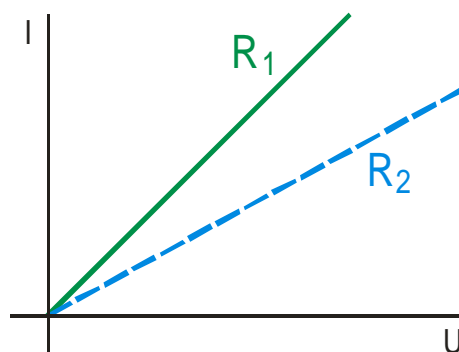
Žárovka má vodivost  $0,05 \text{ S}$ .

**Př. 8:** Žárovka o vodivosti  $0,02 \text{ S}$  je připojena na napětí  $15 \text{ V}$ . Urči, jaký přes ní prochází proud.

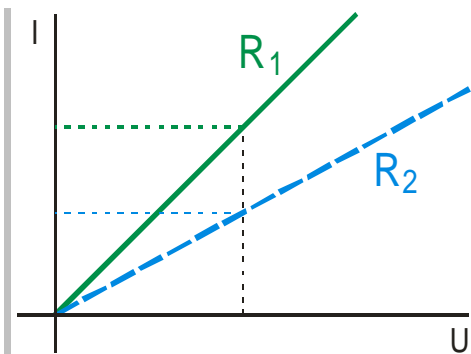
$$G = 0,02 \text{ S}, \quad U = 15 \text{ V}, \quad I = ?$$
$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow \frac{1}{G} = \frac{U}{I} \Rightarrow I = U \cdot G$$
$$I = 15 \cdot 0,02 \text{ A} = 0,3 \text{ A}$$

Přes žárovku teče proud  $0,3 \text{ A}$ .

**Př. 9:** Na obrázku jsou nakresleny VA charakteristiky dvou různých rezistorů. Porovnej jejich odpory.



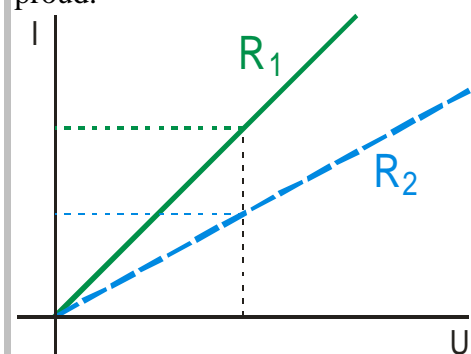
Do obrázku si vyznačíme libovolnou hodnotu napětí:



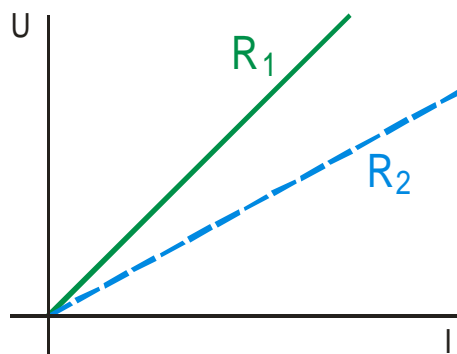
Je vidět, že při tomto napětí protéká odporem  $R_1$  větší proud než odporem  $R_2$ . Proto platí:  $R_1 < R_2$ .

**Př. 10:** Načrtni do obrázku (bez očíslovaných os) VA charakteristiku dvou rezistorů a vodivostech  $G_1=1,5\text{ S}$  a  $G_2=0,5\text{ S}$ .

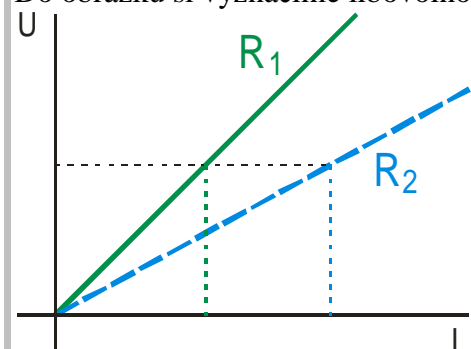
Rezistor 1 má třikrát větší vodivost  $\Rightarrow$  při stejném napětí přes něj prochází třikrát větší proud.



**Př. 11:** Porovnej vodivosti odporů charakterizovaných závislostmi na obrázku.



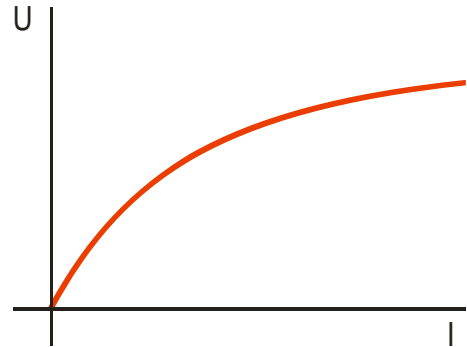
Do obrázku si vyznačíme libovolnou hodnotu napětí:



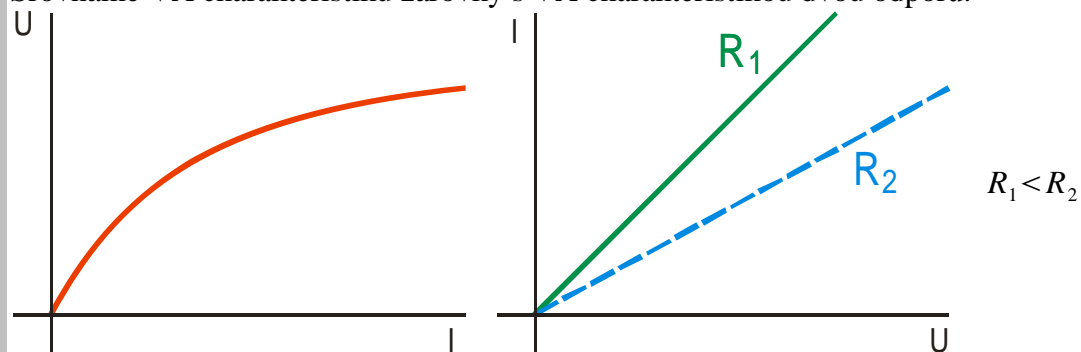
Je vidět, že při tomto napětí protéká odporem  $R_1$  menší proud než odporem  $R_2$ . Proto

platí:  $R_1 > R_2$  a tedy  $G_1 < G_2$  .

**Př. 12:** Na obrázku je načrtnuta VA charakteristika žárovky. Odhadni, jak se při zvyšování proudu procházejícího přes žárovku mění její odpor.



Srovnáme VA charakteristiku žárovky s VA charakteristikou dvou odporů:



Na počátku je VA charakteristika strmější (jako u menšího odporu) na konci je pozvolnější (jako většího odporu)  $\Rightarrow$  odpor žárovky se při vzrůstajícím odporu zvětšuje.

**Shrnutí:** Poměr  $\frac{U}{I}$  , který je často konstantní, značíme  $R$  a považujeme jej za fyzikální veličinu elektrický odpor. Odpor vyjadřuje, jak silně se daná součástka brání průchodu elektrického proudu.