

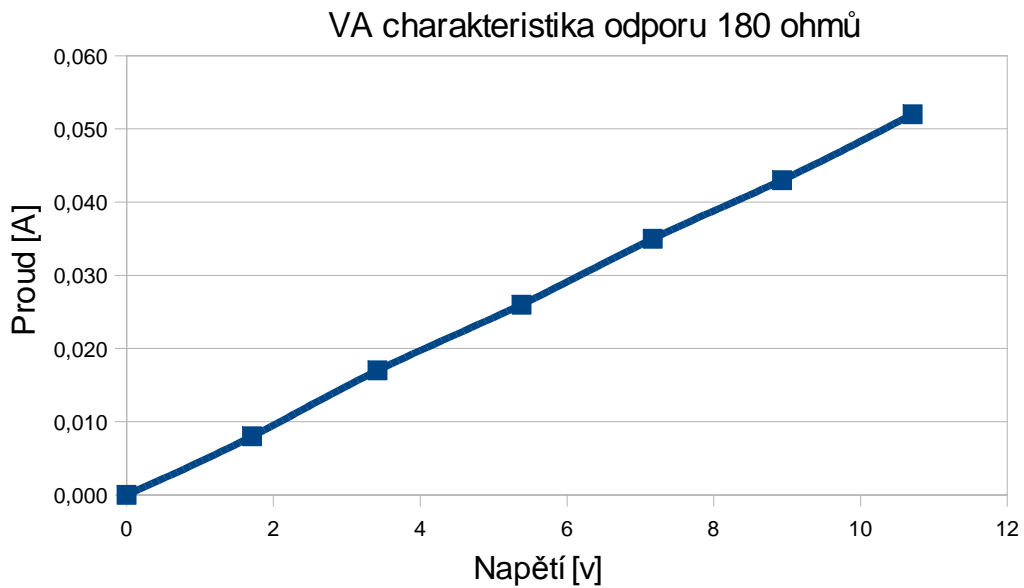
## 4.2.8 Odpor kovového vodiče, Ohmův zákon

**Předpoklady:** 4207

Některé výsledky minulé hodiny.

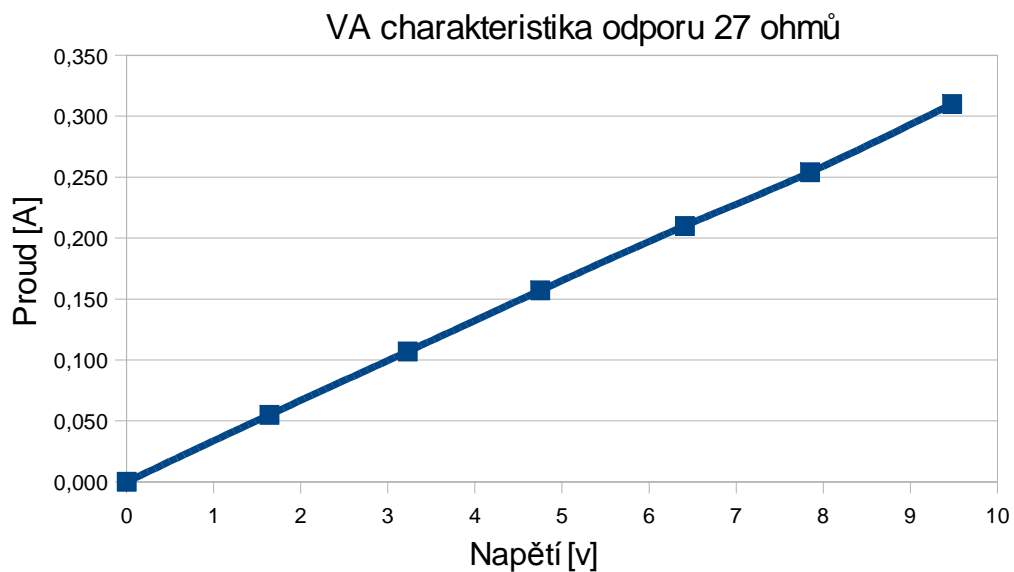
Odpor  $180\ \Omega$

napětí [V]	0	1,71	3,42	5,38	7,17	8,93	10,71
proud [A]	0,000	0,008	0,017	0,026	0,035	0,043	0,052



b) odpor  $27\ \Omega$

napětí [V]	0	1,64	3,23	4,75	6,41	7,85	9,48
proud [A]	0,000	0,055	0,107	0,157	0,210	0,254	0,310



Obě závislosti jsou si velmi podobné. Jejich grafem 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. 1:** 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 180  $\Omega$ .

VA charakteristika odporu 180 ohmů							
napětí [V]	0	1,71	3,42	5,38	7,17	8,93	10,71
proud [A]	0,000	0,008	0,017	0,026	0,035	0,043	0,052
odpor [ $\Omega$ ]		213,75	201,18	206,92	204,86	207,67	205,96

Všechny hodnoty by se přibližně měly rovnat odporu součástky – tedy hodnotě 27  $\Omega$ .

VA charakteristika odporu 27 ohmů							
napětí [V]	0	1,64	3,23	4,75	6,41	7,85	9,48
proud [A]	0,000	0,055	0,107	0,157	0,210	0,254	0,310
odpor [ $\Omega$ ]		29,82	30,19	30,25	30,52	30,91	30,58

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

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

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

Odpor rezistoru byl  $46,5 \Omega$ .

**Př. 3:** Urči, jaký proud by tímto rezistorem procházel při napětí  $U = 1,5 \text{ V}$ .

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

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

Rezistorem by procházel proud  $0,032 \text{ A}$ .

**Př. 4:** Urči, při jakém napětí prochází rezistorem z předchozích příkladů proud  $I = 200 \text{ mA}$ .

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

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

Rezistor musí být připojen na napětí  $9,3 \text{ V}$ , aby jím procházel proud  $200 \text{ mA}$ .

**Př. 5:** Na žárovce je uvedeno:  $U = 6 \text{ V}$   $I = 0,3 \text{ A}$ . Spočítej její odpor.

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

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

Elektrický odpor žárovky je odpor  $20 \Omega$ .

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

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

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

konstanta  $k$  je velká, když součástkou 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 **siemensch** [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. 6:** Urči vodivost žárovky o odporu  $20 \Omega$ .

$$R = 20 \Omega \quad , \quad G = ?$$

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

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

**Př. 7:** Žárovka o vodivosti 0,02 S je připojena na napětí 15 V. Urči, jaký přes ní prochází proud.

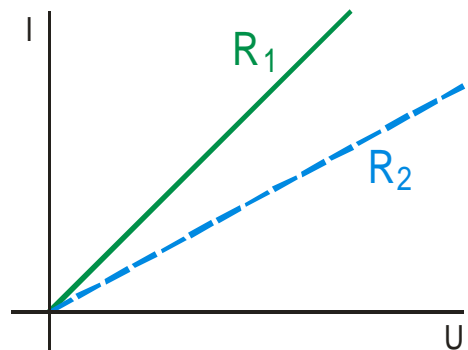
$$G=0,02\text{ S} , \quad U=15\text{ V} , \quad I=?$$

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

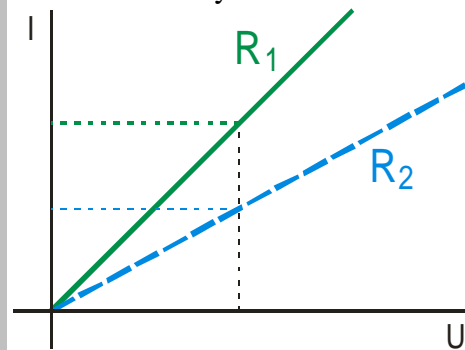
$$I=15 \cdot 0,02\text{ A}=0,3\text{ A}$$

Přes žárovku teče proud 0,3 A.

**Př. 8:** Na obrázku jsou nakresleny VA charakteristiky dvou různých rezistorů. Porovnej jejich odpory.



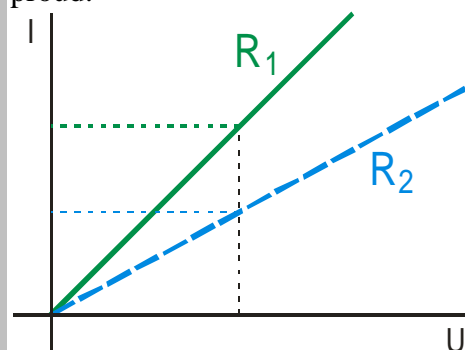
Do obrázku si vyznačíme libovolnou hodnotu napětí:



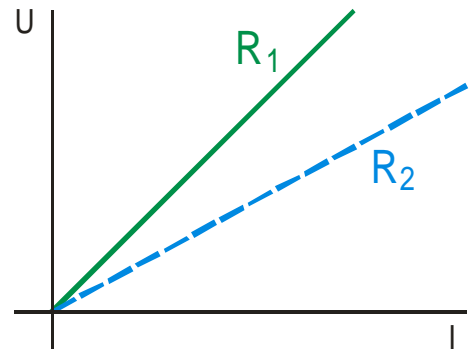
Je vidět, že při tomto napětí protéká odporem  $R_1$  větší proud než odporem  $R_2$ . Proto platí:  $R_1 < R_2$ .

**Př. 9:** Načrtni do obrázku (bez očíslovaných os) VA charakteristiku dvou rezistorů a vodivostech  $G_1=1,5\text{ S}$  a  $G_2=0,5\text{ S}$ .

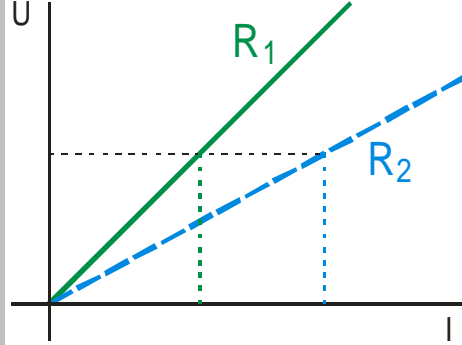
Rezistor 1 má třikrát větší vodivost  $\Rightarrow$  při stejném napětí přes něj prochází třikrát větší proud.



**Př. 10:** Porovnej vodivosti odporů charakterizovaných závislostmi na obrázku.

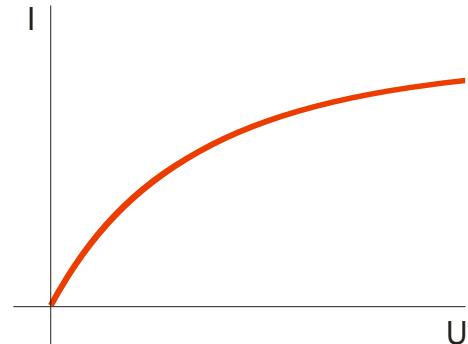


Do obrázku si vyznačíme libovolnou hodnotu napětí:

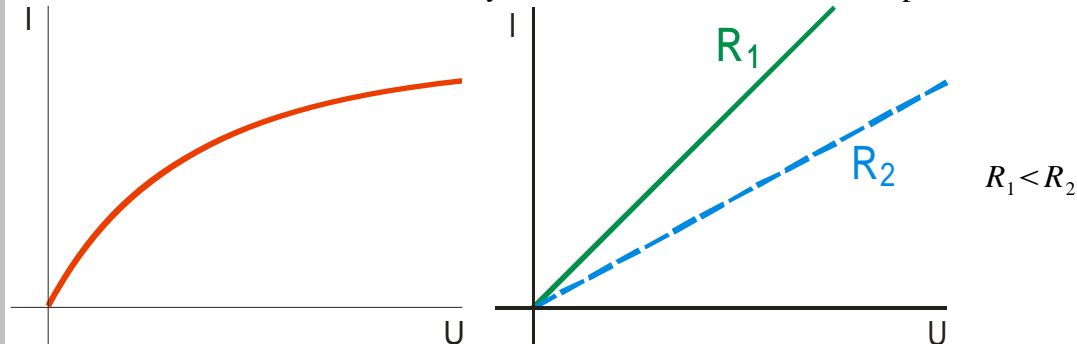


Je vidět, že při tomto napětí protéká odporem  $R_1$  menší proud než odporem  $R_2$ . Proto platí:  $R_1 > R_2$  a tedy  $G_1 < G_2$ .

**Př. 11:** 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:

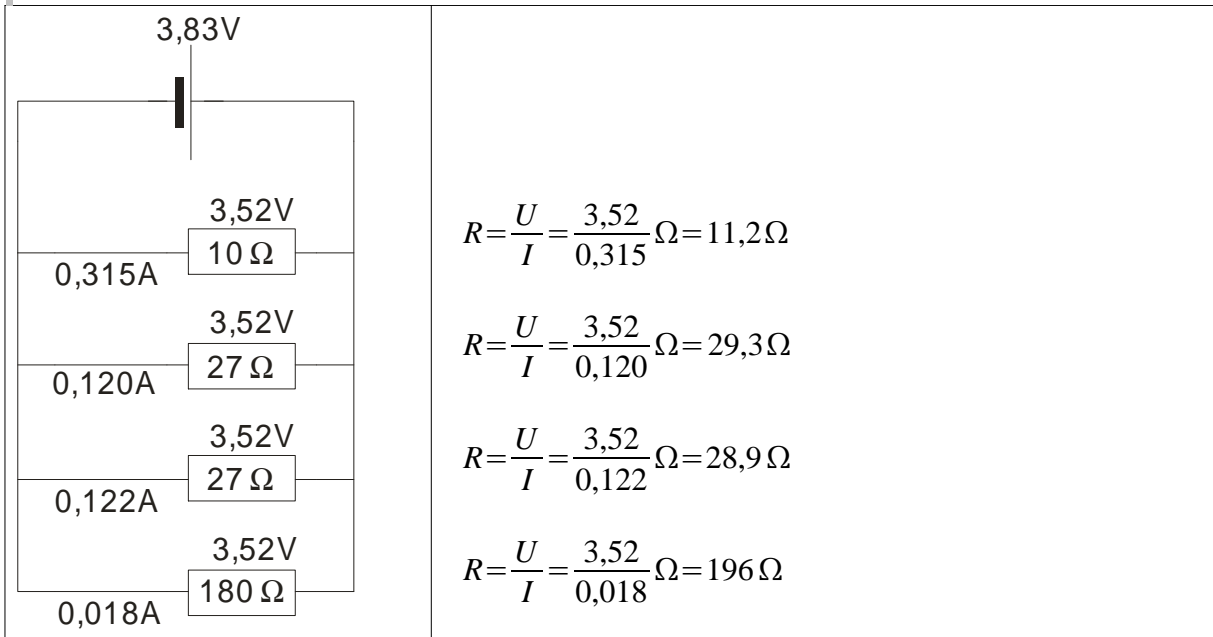


Na počátku je VA charakteristika strmější (jako u menšího odporu) na konci je pozvolnější (jako většího odporu)  $\Rightarrow$  odpor žárovky se při vzrůstajícím odporu zvětšuje.

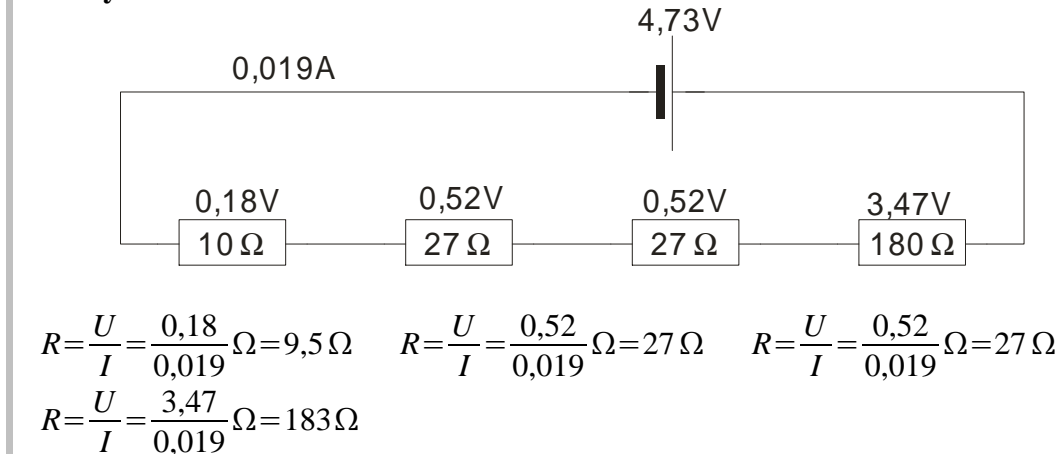
**Pedagogická poznámka:** Následující příklad se v hodině stihnout nedá, žáci si ho mohou spočítat doma.

**Př. 12:** Spočti odpory všech součástek v obou zapojeních a srovnej je s jmenovitými hodnotami z hodiny 040206 Dělení napětí v elektrickém cvičení.

### Paralelní obvod



### Sériový obvod



**Postřeh:** Hodnoty odporů vycházejí větší u paralelního obvodu.

**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.