

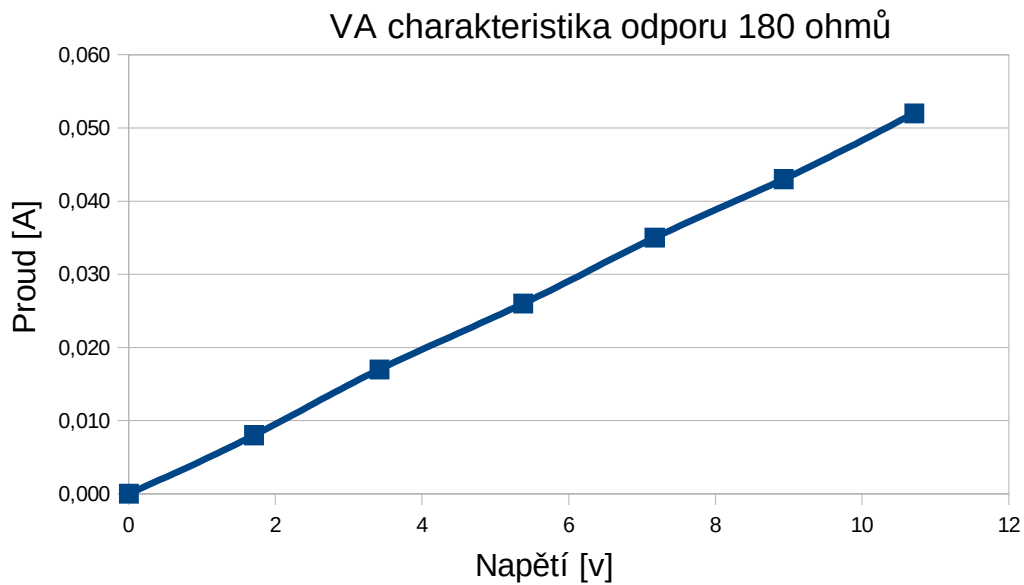
4.2.8 Odpor kovového vodiče, Ohmův zákon

Předpoklady: 4207

Některé výsledky minulé hodiny.

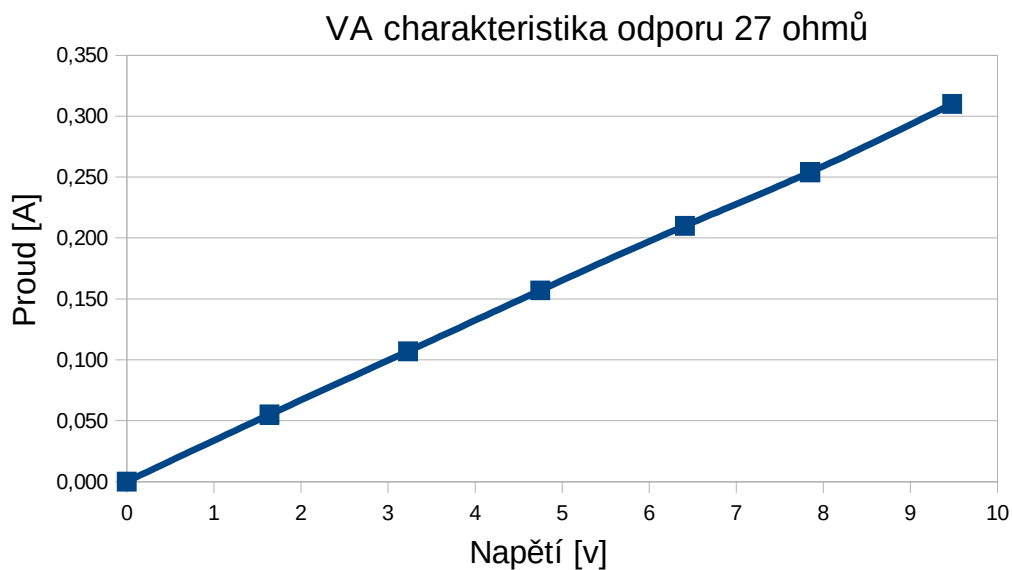
Odpor $180\ \Omega$

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 Ω .

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 [Ω]		213,75	201,18	206,92	204,86	207,67	205,96

Všechny hodnoty by se přibližně měly rovnat odporu součástky – tedy hodnotě 27 Ω .

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 [Ω]		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 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 20Ω .

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 malého k : $k = \frac{I}{U}$

konstanta k je velká, když součástí 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 20Ω .

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

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

Žárovka má vodivost 0,05 S.

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

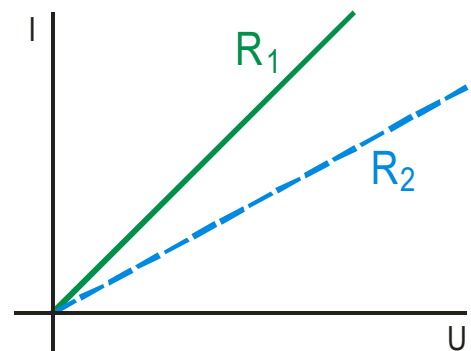
$$G = 0,02 \text{ S} \quad , \quad U = 15 \text{ V} \quad , \quad I = ?$$

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

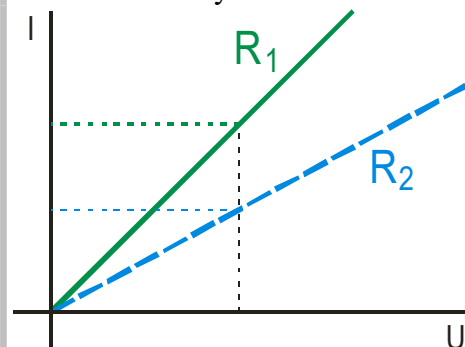
$$I = 15 \cdot 0,02 \text{ A} = 0,3 \text{ A}$$

Přes žárovku teče proud 0,3 A.

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



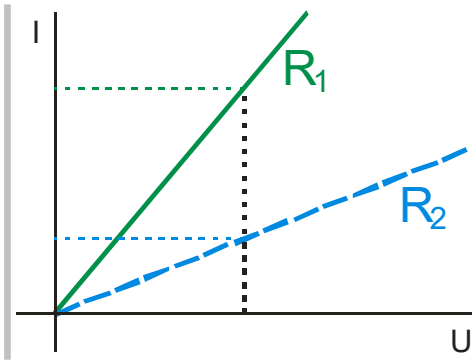
Do obrázku si vyznačíme libovolnou hodnotu napětí:



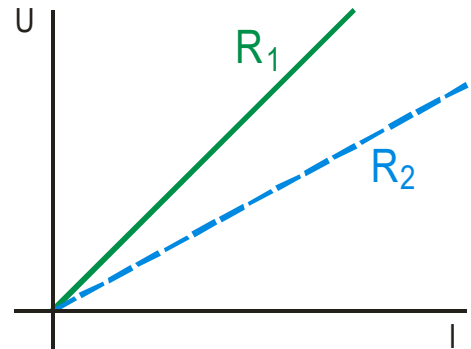
Je vidět, že při tomto napětí protéká odporem R_1 větší proud než odporem R_2 . Proto platí: $R_1 < R_2$.

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

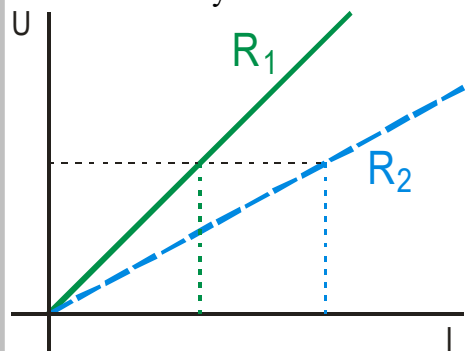
Rezistor 1 má třikrát větší vodivost \Rightarrow při stejném napětí přes něj prochází třikrát větší proud.



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

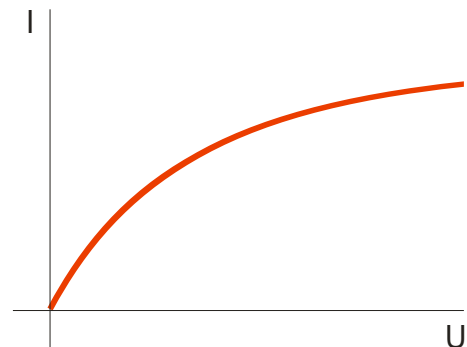


Do obrázku si vyznačíme libovolnou hodnotu napětí:

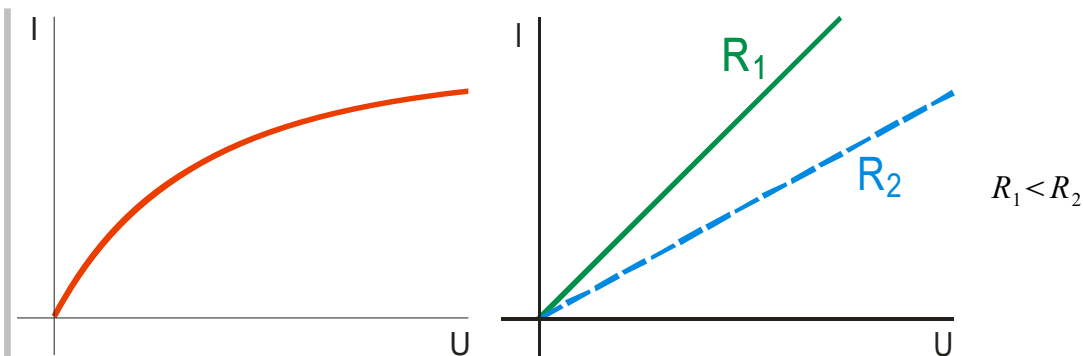


Je vidět, že při tomto napětí protéká odporem R_1 menší proud než odporem R_2 . Proto platí: $R_1 > R_2$ a tedy $G_1 < G_2$.

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:

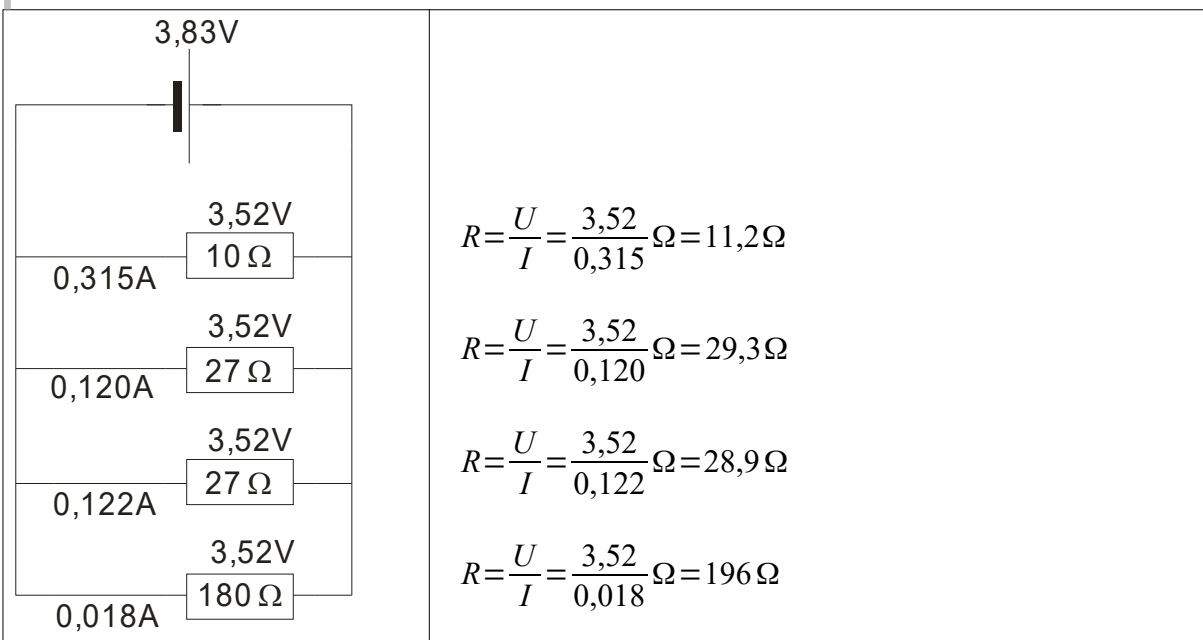


Na počátku je VA charakteristika strmější (jako u menšího odporu) na konci je pozvolnější (jako většího odporu) \Rightarrow odpor žárovky se při vzrůstajícím napětí zvětšuje.

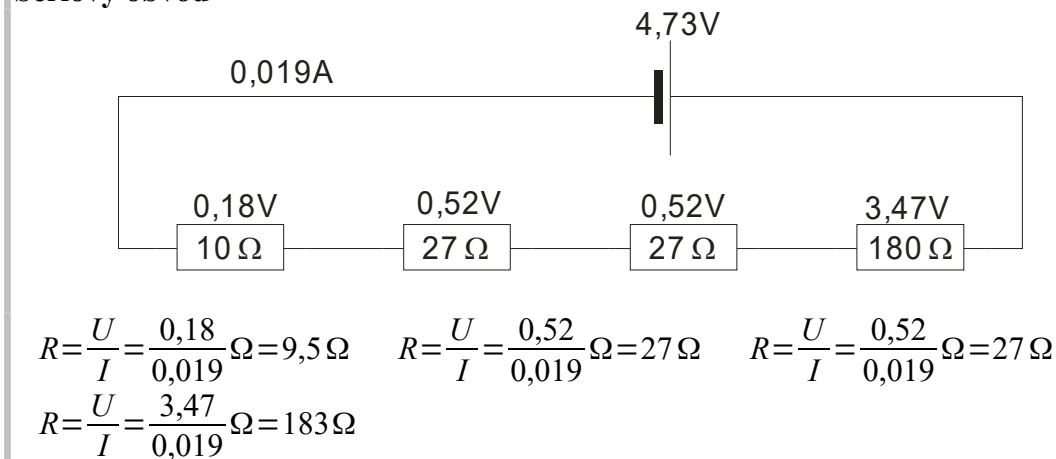
Pedagogická poznámka: Následující příklad se v hodině stihnout nedá, žáci si ho mohou spočítat doma.

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.