

6. Závislost odporu na jeho teplotě

Je-li odpor vyroben z kovu, pak se při zvyšování teploty jeho odpor zvyšuje. Při vyšší teplotě vzrůstá vnitřní energie látky, z které je odpor vyroben. Jednotlivé atomy mají větší rozkmit a tím se zvětšuje počet jejich srážek s volnými elektrony. To znesnadňuje uspořádaný pohyb elektronů vodičem, a proto se při zvýšení teploty zvětšuje odpor vodiče.

Můžeme si to představit jako když běžíme přes náměstí, kde lidé nestojí na místě, ale pomalu se pohybují v malém prostoru, jako by například tancovali sem a tam - kmitají. Vy do nich tak moc nenarážíte a tedy prostředí vašemu pohybu neklade velký odpor. Začne-li se zvyšovat teplota, lidé se začnou pohybovat rychleji a s větším rozkmitem a my do nich díky tomu narážíme častěji. Prostředí tak našemu pohybu klade větší odpor.

Závislost odporu na teplotě v kovech vyjadřuje následující vztah:

$$R_{\nu} = R_{20} (1 + \alpha_{20} (\nu - \nu_{20}))$$

Kde je:

R_{ν} - odpor při teplotě ν [Ω]

R_{20} - je odpor při pokojové teplotě ($\nu_{20}=20^{\circ}\text{C} = 293.15 \text{ }^{\circ}\text{K}$) [Ω]

α_{20} - teplotní součinitel odporu - udává kolikrát se zvýší /sníží odpor při změně teploty o 1°C (stupeň Celsia) = o 1°K (stupeň Kelvina) [K^{-1}]

Ukažme si některé teplotní součinitele některých vybraných materiálů

materiál	hliník	měď	wolfram	železo	platina
$\alpha_{20}[\text{K}^{-1}]$	0.00377	0.00392	0.00410	0.006	0.00392

Je-li odpor vyroben z polovodiče, uhlíku, kapaliny nebo plynu, jeho odpor se při zvyšování teploty snižuje. Při zahřátí se v materiálu uvolňuje větší množství volných nosičů náboje a tím se zvyšuje vodivost materiálu – snižuje se jeho odpor.

Můžeme si to představit jako kdyby byli lidé opět na náměstí a pomalu kmitali. Běžíme opět přes náměstí, kde do lidí narážíme, což nás zbrzdí. Ale když se zvýší teplota, někteří lidé místo aby jsme se s nimi srazili, nás popostrčí směrem našeho pohybu a tím srážku ztlumí. Čím je větší teplota, tím se více lidí snaží zabránit srážce a popostrčit nás dál. Odpor prostředí se zvyšující se teplotou tedy klesá.

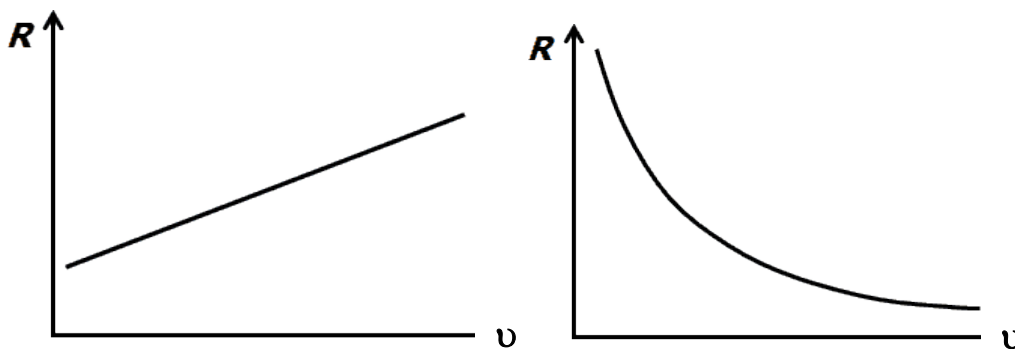
Toto lze vyjádřit vztahem:

$$R = R_0 \cdot e^{\frac{B}{T}}$$

Podrobněji se tímto vztahem nebudeme zabývat, protože je to moc vysoko nad našimi současnými znalostmi matematiky a ani to v této chvíli není pro nás nutné. Koho tato záležitost bude zajímat podrobněji, může se o ní dočíst třeba zde: <http://remote-lab.fyzika.net/experiment/01/experiment-1-teorie.php?lng=cs>

Závislost odporu na teplotě je tedy dána druhem materiálu, z kterého je odpor vyroben.

Této závislosti lze využívat třeba k měření teploty. Máme-li k dispozici pro daný odpor konkrétní graf závislosti tohoto odporu na teplotě (můžeme si jej snadno změřit a nakreslit sami), lze teplotu při daném odporu velmi snadno odečíst z tohoto grafu.



Pokud graf nemáme, pak u kovů lze snadno vypočítat teplotu, jakou odpor má, známe-li velikost odporu R_{20} a α_{20} materiálu, z kterého je odpor vyroben. Závislost je lineární a vztah pro výpočet snadný, stačí když změříme R_0 odpor při měřené teplotě. Pomocí výše uvedeného vztahu vypočteme teplotu.

Poznámka: Závislost změny odporu na teplotě můžeme například využít pro měření teploty vlákna svítící žárovky, která je u současných žárovek přibližně 2800°K . Změříme odpor studené žárovky (R_{20}). Musíme pro měření použít co nejmenší proud, aby se měřeným proudem vlákno žárovky moc nezahřálo. Potom žárovku připojíme na zdroj napětí (jmenovité napětí žárovky) a změříme její proud (jmenovitý proud žárovkou). Pomocí Ohmova zákona spočítáme R_0 . Teplotní koeficient wolframu známe. Už nám nestojí nic v cestě vypočítat teplotu rozžhaveného vlákna svítící žárovky.

Víte, že barva rozžhaveného kovu odpovídá jeho teplotě? Podle této barvy slévači nebo kováři cvičeným okem bezpečně poznají teplotu rozžhaveného železa. Dokonce se tato metoda používá v měřicím přístroji zvaném **optický pyrometr**, kterým se měří teplota žhavých kovů. Díváme se přes rozžhavené vlákno žárovky na rozžhavený kov, jehož teplotu potřebujeme změřit. Zvyšujeme proud žárovkou. Ta se průchodem proudem rozžhává a podle teploty vlákno mění barvu. Až je teplota vlákna žárovky stejná jako měřená teplota kovu, je i barva vlákna žárovky stejná jako barva kovu, jehož teplotu měříme. Protože jsou obě barvy stejné, přestaneme vlákno před kovem vidět.

Protože je teplota vlákna žárovky úměrná velikosti úbytku napětí na žárovce ($U = I \cdot R_0$), můžeme z tohoto napětí určit teplotu vlákna a tím i měřenou teplotu rozžhaveného kovu.



Cvičení:

1. Jaký je odpor železné topné spirály elektrické pece za pokojové teploty 20°C , která má štítkové údaje 460 W, 230V a pracovní teplotu 400°C .

2. Současné žárovky jsou pro snížení odpařování wolframového vlákna naplněny argonem. Díky tomu je teplota vlákna při svícení 2800 °C. Jaký proud teče v okamžiku rozsvícení žárovky v době, kdy má vlákno žárovky pokojovou teplotu a jaký je pracovní proud této žárovky? Jde o 48 W autožárovku, která má pracovní napětí 12V?