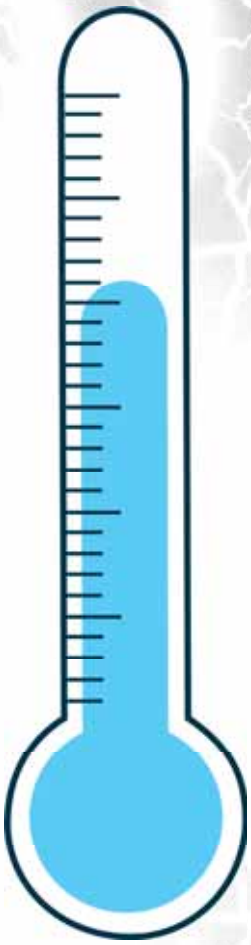
وابستگی مقاومت الکتریکی به دما

حسن اتحاد مهرآباد



کلیدواژه‌ها: تفاوت الکتریکی، اثر دما، ضریب دمایی، الکترولیت.

اغلب مقاومت‌های الکتریکی تابع دما هستند. در فلزات رسانا با افزایش دما مقاومت الکتریکی افزایش می‌یابد. در برخی فلزات این افزایش مقاومت قابل توجه است؛ مثلاً در فلزات خالص افزایش دما به اندازه $100^{\circ}C$ موجب افزایش مقاومت تا ۵۰-۴۰ درصد می‌شود، در حالی‌که در آلیاژها این افزایش مقاومت بر اثر دما کمتر محسوس است. آلیاژهای خاصی وجود دارند که تغییرات مقاومت آن‌ها با افزایش دما تقریباً صفر است (مثل کنستانتان و منگانین). تغییر مقاومت الکتریکی الکترولیت‌ها با تغییر دما متفاوت است به‌طوری‌که با افزایش دما مقاومت الکترولیت کاهش می‌یابد. در برخی مواد مثل زغال سنگ و نیمرساناها نیز با افزایش دما اندازه مقاومت الکتریکی کاهش می‌یابد. تغییر مقاومت با دما در نیمرساناها ۱۰ تا ۲۰ برابر فلزات رساناست و با گرم کردن آن‌ها به اندازه $100^{\circ}C$ مقاومت الکتریکی آن‌ها حدود $\frac{1}{50}$ برابر می‌شود.

از این ویژگی در ساخت دماسنج‌های مقاومتی برای اندازه‌گیری دماهای بسیار پایین و یا بسیار بالا که خارج از گستره کاربرد دماسنج‌ها جیوه‌ای است بهره می‌گیرند. با توجه به اینکه نیمرساناها دارای ضریب مقاومت دمایی بسیار بالایی هستند به مقاومت‌های حساس به دما یا ترمیستورها معروف‌اند و در کنترل خودکار، فاصله سنجی و نیز دماسنج‌های خیلی دقیق و بسیار حساس کاربرد دارند.

تغییر مقاومت ناشی از گرم کردن فلز به اندازه $1^{\circ}C$ تقسیم بر مقاومت اولیه را ضریب دمایی مقاومت α گویند. در ضمن خود ضریب دمایی هم به دما بستگی دارد ولی در بیشتر موارد، در فاصله دمایی گسترده مقدار α تغییر ناچیزی دارد و برای این فاصله می‌توان از مقدار میانگین ضریب دمایی α_m استفاده کرد.

اگر مقاومت رسانایی در دمای θ_0 برابر R_0 و در دمای θ برابر R باشد، مقدار میانگین را می‌توان از رابطهٔ زیر به‌دست آورد.

$$\frac{R-R_0}{R_0} \times \frac{1}{\theta-\theta_0} = \alpha_m$$

معمولاً موادی که با افزایش دما مقاومت الکتریکی آن‌ها افزایش می‌یابد دارای ضریب دمایی مثبت‌اند و با PTC[2] نشان داده می‌شوند و موادی که با افزایش دما مقاومت الکتریکی آن‌ها کاهش می‌یابد دارای ضریب دمایی منفی هستند و با NTC[3] نشان داده می‌شوند.

بررسی اثر دما روی مواد با ضریب دمایی منفی (NTC)

۱. با مچاله کردن بخشی از طول یک سیم مسی لخت انتهای

آن را کلفت می‌کنیم و در یک لوله شیشـــه‌ای نازک فرو می‌بریم.

۲. انتهای یک ســـیم مســـی دیگـــر را روی ســـطح خارجی همان لوله در محلی که سیم مســـی قبلی در درون لوله قرار گرفته از بیرون می‌پیچیم.

۳. مطابق شکل مداری شامل یک لامپ ۲۲۰ ولتی و یک کلید قطع و وصل ترتیب می‌دهیم.

٤. دو ســـر مـــدار را به بـــرق ۲۲۰ ولت وصل می‌کنیم. مشاهده می‌شـــود به‌علت زیاد بودن مقاومت الکتریکی شیشه در مدار، لامپ روشن نمی‌شود.

۵. محـــل اتصال ســـیم‌ها با ســـطح درونی و بیرونی لوله شیشه‌ای را از بیرون با چراغ بونزن گرم می‌کنیم. مشاهده می‌شود با اندکی افزایش دمای لوله شیشه‌ای لامپ روشن می‌شود.

٦. بـــا خاموش کردن چراغ بونزن و به محض کاهش دمای لوله شیشه‌ای مقاومت الکتریکی لوله زیاد و لامپ خاموش می‌شود.

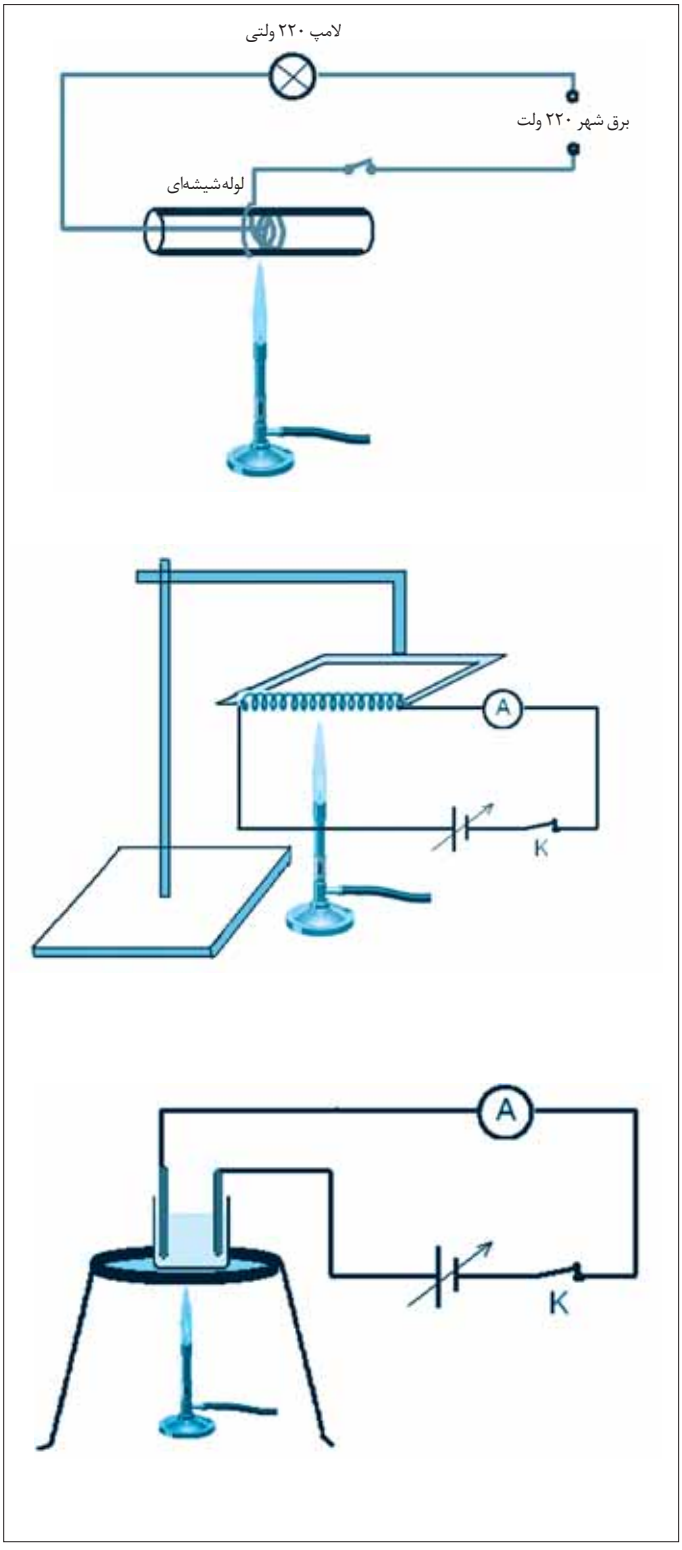
بررســـی اثـــر دمـــا روی مـــوادی با ضریب دمایی مثبت (PTC)

چند متر سیم آهنی نازک را دور یک خودکار می‌پیچیـــم و به‌صورت فنر درمی‌آوریم و آن را در مداری شامل یک مولد با ولتاژ قابل تنظیم و یک آمپرسنج حساس قرار می‌دهیم.

اختـــلاف پتانســـیل مولد را طـــوری انتخاب می‌کنیم که عقربهٔ آمپرســـنج تقریباً تا آخرین حد ممکن منحرف شود. با کمک چراغ بونزن سیم را به شـــدت گرم می‌کنیم. در حین گرم شدن سیم مشاهده می‌شود شدت جریان مدار که با آمپرســـنج نمایش داده می‌شـــود کمتر می‌شود و این بدان معناست که مقاومت سیم بیشتر می‌شود.

بررســـی اثـــر دمـــا روی مقاومـــت الکتریکی الکترولیت‌ها

اگـــر در آزمایـــش بالا به‌جای ســـیم آهنی از محلول الکترولیت اســـتفاده کنیم می‌بینیم با گرم کردن، عقربه آمپرســـنج بیشـــتر منحرف و به‌عبارت دیگـــر مقاومـــت الکترولیت کمتر می‌شود.



پی‌نوشت‌ها

1. Thermistor
2. Positive temperature constant
3. negative temperature constant

منابع

۱. گ. س. لندســـبرگ، دوره درســـی فیزیـــک جلـــد دوم. ترجمه لطیف کاشـــیگر، ناصـــر مقبلی، مهرانگیز طالب‌زاده. چاپ ســـوم. تهـــران. انتشـــارات فاطمی

۲. احمـــدی، احمـــد. طلوع‌شـــمس، مهرنـــاز و سیدفدایی، آزیتا (۱۳۸۹) - کتـــاب راهنمـــای معلـــم (راهنمـــای تدریـــس) فیزیـــک ۳ و آزمایشـــگاه - تهران. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران

۳. ابوالقاســـم قلمســـیاه و محمدعلـــی پیغامـــی. فیزیک سال سوم آموزش متوسطه عمومی. تهران. شـــرکت چـــاپ و نشـــر کتاب‌های درسی ایران