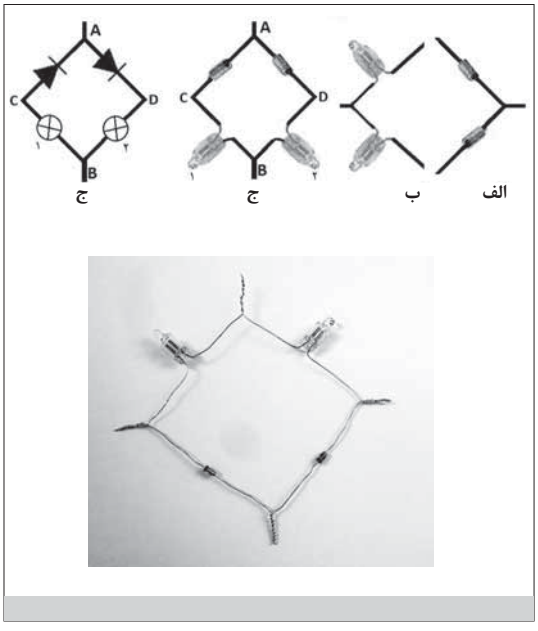
طراحی الکتروسکوپ هوشمند با استفاده از خاصیت یکسوسازی دیود

حسن اتحاد مهر آباد

کلیدواژه‌ها: الکتروسکوپ هوشمند، یکسوسازی دیود، طراحی

دیود[1] یا یکسوساز، قطعه‌ای است که جریان الکتریکی را فقط یک جهتِ آن از خود عبور می‌دهد و جهت دیگر در مقابل عبور جریان از خود مقاومت بسیار بالایی نشان می‌دهد و حتی مانع از عبور جریان الکتریکی می‌شود. با بهره‌گیری از این ویژگی می‌توان یک الکتروسکوپ هوشمند طراحی کرد که بتواند نوع بار الکتریکی یک جسم باردار را نشان دهد. برای این کار لازم است:

دو عدد دیود و دو عدد لامپ نئون را مطابق شکل به‌طور متوالی به همدیگر متصل و سپس دو سر آن‌ها را در نقاط C و D به همدیگر وصل می‌کنیم.



هرگاه وسیله طراحی شده را از نقطهٔ B با دست خود نگه داریم و یک جسم باردار، با بار الکتریکی مثبت، را به نقطهٔ A نزدیک کنیم، به علت نقش یکسوسازی دیود، لامپ شماره۲ روشن می‌شود، اما اگر یک جسم باردار با بار الکتریکی منفی را به این نقطه نزدیک کنیم، لامپ شماره۱ روشن خواهد شد.

یک نکته قابل توجه: ممکن است در برخی موارد، اگر بار الکتریکی جسم باردار خیلی زیاد باشد، با توجه به یونیده شدن هوای اطراف، هر دو لامپ همزمان روشن شوند. برای حل این مشکل می‌توانیم سیم متصل به نقطهٔ A را بلندتر انتخاب کنیم.

وابستگی مقاومت الکتریکی به دما

اغلب مقاومت‌های الکتریکی تابع دما هستند. در فلزات رسانا با افزایش دما مقاومت الکتریکی نیز افزایش می‌یابد. در برخی فلزات این افزایش مقاومت قابل توجه است؛ مثلاً در فلزات خالص با گرم‌کردن به آن‌ها تا $100^{\circ}C$ افزایش مقاومت به ۴۰ تا ۵۰ درصد می‌رسد، در حالی‌که در آلیاژها این میزان افزایش مقاومت با دما کمتر محسوس است. حتی آلیاژهای خاصی وجود دارند که تغییر مقاومت آن‌ها با افزایش دما تقریباً صفر است (مثل کنستانتان و منگانین).

مقاومت الکتریکی الکترولیت‌ها با تغییر دما رابطه عکس دارد به‌طوری که با گرم کردن و افزایش دما مقاومت الکترولیت کاهش می‌یابد.

در برخی مواد جامد نیز، مثل زغال‌سنگ و نیمرساناها، با افزایش دما اندازهٔ مقاومت الکتریکی کاهش می‌یابد. در نیمرساناها تغییر مقاومت با دما ۱۰ تا ۲۰ برابر فلزات رساناست، یعنی با گرم کردن آن‌ها به اندازهٔ $100^{\circ}C$ مقاومت الکتریکی آن‌ها در حدود $\frac{1}{50}$ می‌شود.

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

تغییر مقاومت ناشی از گرم کردن فلز به اندازهٔ $1^{\circ}C$ تقسیم بر مقاومت اولیه را ضریب دمایی مقاومت α گویند. در ضمن خود ضریب دما هم تابع دماست ولی در بیشتر موارد، در مقدار α در گستره‌ای وسیع تغییر ناچیزی دارد و برای این

فاصله می‌توان از مقدار میانگین ضریب دمایی αm استفاده کرد.

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

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

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

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

۱. با مچاله کردن بخشی از طول یک سیم مسی لخت انتهای آن را کلفت می‌کنیم و در یک لولهٔ شیشه‌ای نازک فرو می‌بریم.

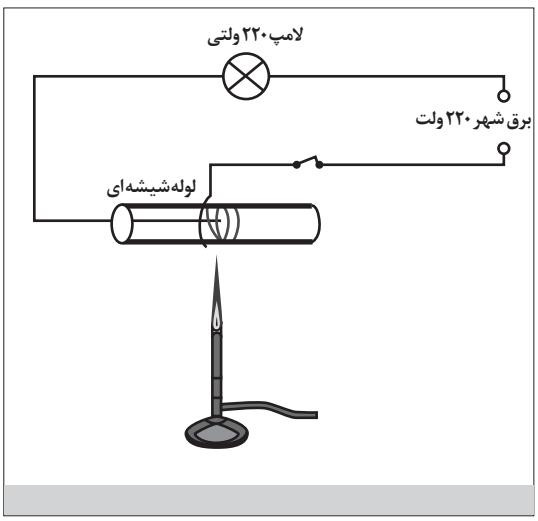
۲. انتهای یک سیم مسی دیگر را روی سطح خارجی همان لوله، در محلی که سیم مسی مچاله شده در درون لوله قرار گرفته است، می‌پیچیم.

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

٤. دو سر مدار را به برق ۲۲۰ ولت وصل می‌کنیم. مشاهده می‌شود به علت زیاد بودن مقاومت الکتریکی شیشه در مدار، لامپ روشن نمی‌شود.

۵. به‌وسیله چراغ بونزن محل اتصال سیم‌ها با سطح درونی و بیرونی لوله شیشه‌ای را از بیرون گرم می‌کنیم. مشاهده می‌شود با اندکی افزایش دمای لوله شیشه‌ای لامپ روشن می‌شود.

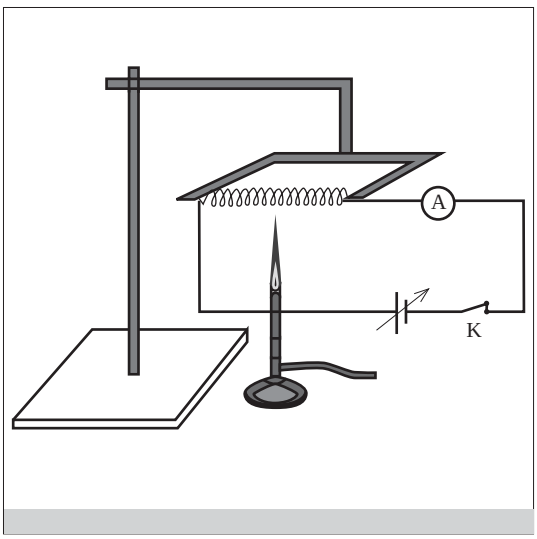
٦. با خاموش نمودن چراغ بونزن و به محض کاهش دمای لوله شیشه‌ای مقاومت الکتریکی لوله افزایش یافته و لامپ خاموش می‌گردد.



بررسی اثر دما روی مواد با ضریب دمای مثبت (PTC)

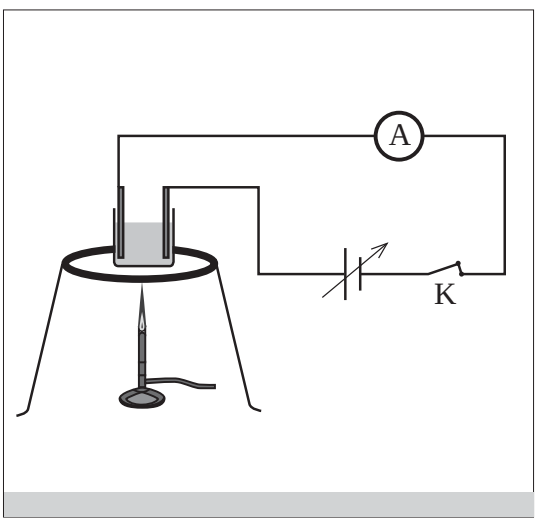
چند متر سیم آهنی نازک را دور یک قلم خودکار می‌پیچیم و به‌صورت فنر در می‌آوریم و آن را در مداری شامل یک مولد با ولتاژ قابل تنظیم و یک آمپرسنج حساس قرار می‌دهیم.

اختلاف پتانسیل مولد را طوری انتخاب می‌کنیم که عقربهٔ آمپرسنج تقریباً تا آخرین درجهٔ ممکن منحرف شود. با کمک چراغ بونزن سیم را به شدت گرم می‌کنیم. در حین گرم شدن سیم می‌بینیم شدت جریان مدار، روی آمپرسنج، کمتر می‌شود؛ به عبارت دیگر مقاومت سیم بیشتر می‌شود.



بررسی اثر دما روی مقاومت الکتریکی الکترولیت‌ها

اگر در آزمایش فوق به‌جای سیم آهنی از محلول الکترولیت استفاده کنیم می‌بینیم، با گرم کردن، درجات آمپرسنج بیشتر می‌شود. به عبارت دیگر مقاومت الکترولیت کمتر می‌شود.



منابع

۱. لندسبرگ، گ. س. دورهٔ درسی فیزیک جلد دوم. ترجمه لطیف کاشیگر، ناصر مقبلی، مهرانگیز طالب‌زاده. چاپ سوم. تهران. انتشارات فاطمی

۲. احمدی، احمد، مهرناز طلوع شمس، آزیتا سید فدایی (۱۳۸۹)- کتاب راهنمای معلم (راهنمای تدریس) فیزیک ۳ و آزمایشگاه- تهران. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران

۳. قلمسیاه، ابوالقاسم و محمدعلی پیغامی. فیزیک سال سوم آموزش متوسطه عمومی. تهران. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.