

دستور کار بررسی تغییرات مقاومت الکتریکی با دما (مقاومت حرارتی)

هدف: تعیین مقاومت هادی ها در دماهای مختلف، رسم نمودار تغییرات مقاومت بر حسب دما، اندازه گیری ضریب حرارتی
وسایل آزمایش: جعبه مقاومت - پک کامل پرتهای آزما یشگاهی - منبع تغذیه DC 1A - دستگاه پل تار ووتستون -
 المانهای مقاومت حرارتی ۳ عدد - مولتی متر دستی دیجیتال

تئوری آزمایش

مقاومت الکتریکی مواد مختلف به دما بستگی دارد و با تغییرات دما، افزایش یا کاهش می یابد. تقسیم بندی کلی زیر را می توان در مورد مواد گوناگون بیان نمود.

- ۱- موادی که با افزایش دما، مقاومت الکتریکی آنها زیاد می شود مانند فلزات و اکثر آلیاژها
- ۲- موادی که با افزایش دما، مقاومتشان کم می شود نظیر کربن، الکترولیت ها و نیمه هادی ها
- ۳- موادی که مقاومتشان در یک فاصله حرارتی مستقل از دما است مانند آلیاژ منگانه که ترکیبی از مس، نیکل و منگنز به ترتیب به نسبت ۴، ۸۴ و ۱۲ درصد می باشد.

به طور کلی تجربه نشان می دهد که مقاومت فلزات خالص با افزایش دما بالا رفته و طبق فرمول (۱) تغییر می کند.

$$R_T = R_0 [1 + \alpha T + \beta T^2] \quad (1)$$

در این رابطه R_0 مقاومت فلز در صفر درجه سانتی گراد و R_T مقاومت در درجه T سانتی گراد و α و β مقادیر ثابت می باشند. در عمل به خاطر کوچک بودن β می توان در دماهای کم از βT^2 صرف نظر نموده و رابطه (۲) را به کار برد.

$$R_T = R_0 (1 + \alpha T) \quad (2)$$

بر اساس این فرمول، R تابعی خطی از دما است. α ضریب حرارتی مقاومت نامیده می شود و عبارت است از تغییر مقاومت یک اهم از مقاومت اولیه به ازای تغییر یک درجه سانتی گراد.

$$\alpha = \frac{R_T - R_0}{R_0 T} = \frac{\Delta R}{R_0 T}$$

ضریب دمایی مقاومت برای مواد مختلف دارای مقادیر مثبت و منفی می باشد. به عنوان مثال، درسیم مسی با افزایش دما، مقاومت افزایش می یابد در نتیجه α مقدار مثبتی دارد.

$$\alpha_{cu} = 5.3 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

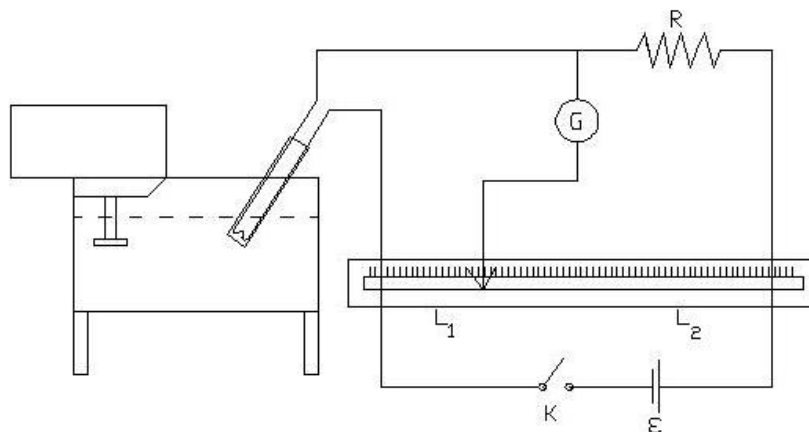
در مقاومت کربنی، تغییرات مقاومت با دما کم است و عملاً اثری ندارد که نتیجه، ضریب دمایی منفی است.

$$\alpha_c = -2.3 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

در بسیاری از مواد، مقاومت در یک دمای پایین معین صفر می شود. بطور مثال مقاومت جیوه در دمایی حدود 4 K ، به سرعت به یک مقدار کوچک سنجش ناپذیر تنزل می کند. این پدیده ابررسانایی نامیده می شود. مقاومت مواد در حالت ابررسانایی واقعا صفر می شود. اگر جریانی در مدارهای ابررسانای بسته برقرار شود، حتی بدون وجود باتری، هفته ها بدون کاهش باقی می ماند.

روش آزمایش

المان های حرارتی را که به عنوان مقاومت مورد آزمایش، در نظر گرفته شده است را در مدار پل تار بجای مقاومت مجهول قرارداده و مدار آزمایش را کامل کنید (مانند شکل).



المان حرارتی را در سیرکولاتور قرارداده و داخل آکواریوم آب بریزید. تنظیمات دمایی سیرکولاتور را برای یک دمای معین به عنوان مثال ۳۰ درجه بکار ببرید و کمی صبر کنید. این دما را یادداشت کرده و در همین حال مقاومت هادی را اندازه بگیرید. در دماهای مختلف این آزمایش را تکرار کنید و جدول (۱) را کامل کنید.

$T(^{\circ}C)$	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰
$l_1(cm)$						
$l_2(cm)$						
R						

جدول (۱)

آزمایش را برای هادی های مختلف انجام دهید و تغییرات مقاومت با درجه حرارت را بررسی کنید. و نتایج خود را در جدولی مانند جدول (۱) یادداشت نمایید.

با استفاده از نتایج بدست آمده، منحنی تغییرات مقاومت را بر حسب درجه حرارت رسم کنید.

با استفاده از نمودار فوق مقاومت سیم را در صفر درجه سانتیگراد را بدست آورید.

با استفاده از نمودار، α (ضریب حرارتی مقاومت) را بدست آورید.