آزمایشگاه فیزیک حالت جامد

شماره آزمایش: ۲

وابستگی مقاومت به دما دریک فلزنجیب

هدف: اندازه‌گیری مقاومت اهمی یک فلز نجیب به صورت تابعی از دما

تئوری:

از آنجایی که مقاومت فلزات به میزان برخوردهای الکترون‌ها به فونون‌ها، ناخالصی‌های شبکه و حتی سایر الکترون‌ها بستگی دارد، انتظار می‌رود که با افزایش دما مقاومت یک فلز افزایش یابد چرا که تعداد برخوردها با افزایش دما بیشتر می‌شود. در فلزات وابستگی مقاومت به دما اصولاً خطی است ولی در دماهای پایین رفتار فلزات متفاوت است. معادله‌ی (۱) با تقریب درجه‌ی اول در مورد مقاومت الکتریکی فلزات صادق می‌باشد:

$$R_\theta = R_{\theta_0}(1+\beta\Delta\theta) \qquad (۱)$$

که در آن R_{θ_0} مقاومت در دمای θ_0، $\Delta\theta$ اختلاف دما، R_θ مقاومت در دمای θ و β ضریب دمایی مقاومت می‌باشد.

رسانندگی (عکس مقاومت) به نظم ساختاری کامل ماده وابسته است. هر انحرافی از حد کمال بلورین عاملی است برای پراکندگی و به سبب آن مقاومت الکتریکی بروز می‌کند. مهمترین عوامل در ایجاد مقاومت الکتریکی را به صورت زیر جمع‌بندی می‌کنیم.

الف- $T \geq \theta_D$، پراکندگی گرمایی با فونون‌ها $\rho \propto T$

ب- $T \leq \theta_D$، پراکندگی در زاویه‌ی کم با فونون‌ها $\rho \propto T^5$

ج- پراکندگی الکترون-الکترون $\rho \propto T^2$

د- پراکندگی ناخالصی و نقص $\Delta\rho = cte$

- **وسایل مورد نیاز**

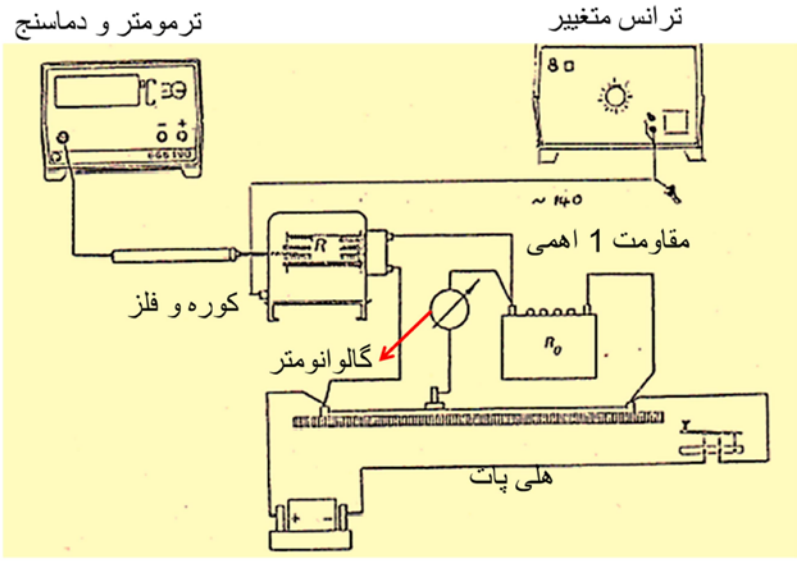
مقاومت از جنس فلز نجیب، دماسنج، کوره‌ی الکتریکی، اهم‌متر، ترانس متغیر هلی پات، نیتروژن مایع، چند عدد سیم رابط.

- **روش آزمایش**

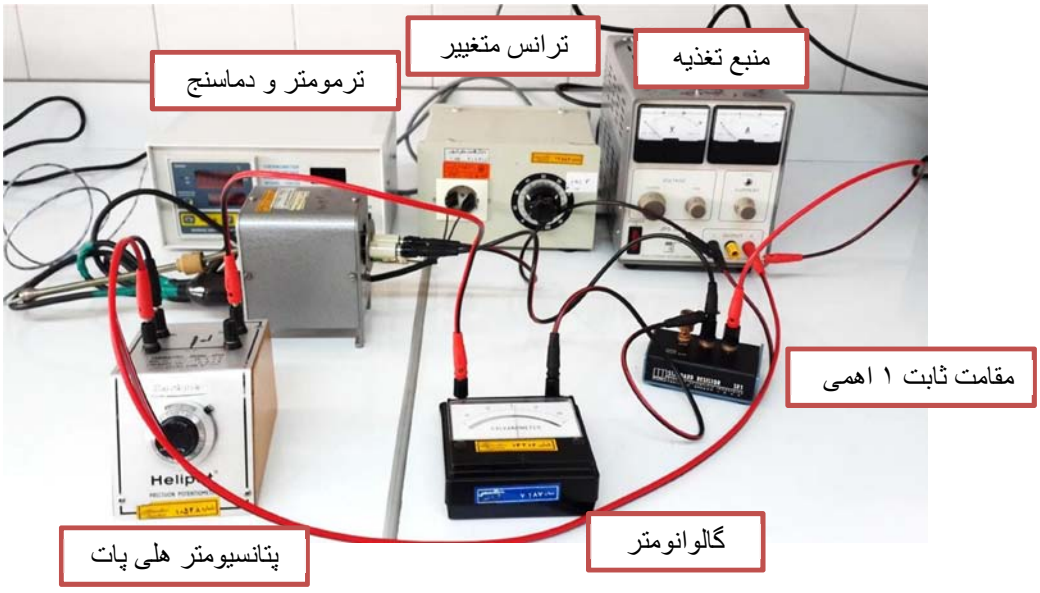
این آزمایش را در دو مرحله انجام می‌دهیم.

مرحله‌ی اول: گرمایش در کوره‌ی الکتریکی

مدار را مطابق شماتیک شکل (۱) و یا اجزائ نشان داده شده در شکل (۲) می‌بندیم. در ابتدا کوره‌ی الکتریکی را به منبع تغذیه وصل نکنید و فقط دماسنج را در سوراخ عقبی کوره جای دهید. دقت کنید که انتهای دماسنج در نزدیکی وسط نمونه قرار گیرد. دمای اتاق را ثبت و مقاومت نمونه را در این دما اندازه‌گیری کنید. دو سیم آبی و قهوه‌ای کوره را به دو فیش ورودی ترانس متغیر متصل کرده و پس از روشن کردن ترانس ولتاژ آن را بر روی ۱۴۰ ولت قرار دهید. با افزایش دمای نمونه، مقاومت هلی پات را طوری تغییر دهید که گالوانومتر صفر را نشان دهد.هنگامی که دمای کوره به نزدیکی ۴۰۰°C رسید، حدود ۷۰ دقیقه پس از روشن شدن کوره، آن را خاموش کنید. با خاموش کردن کوره دمای نمونه پایین می‌آید. مقاومت هلی پات را در حالیکه دما کاهش می‌یابد با شرط صفر کردن مقدار گالوانومتر در چند دما ثبت کنید.

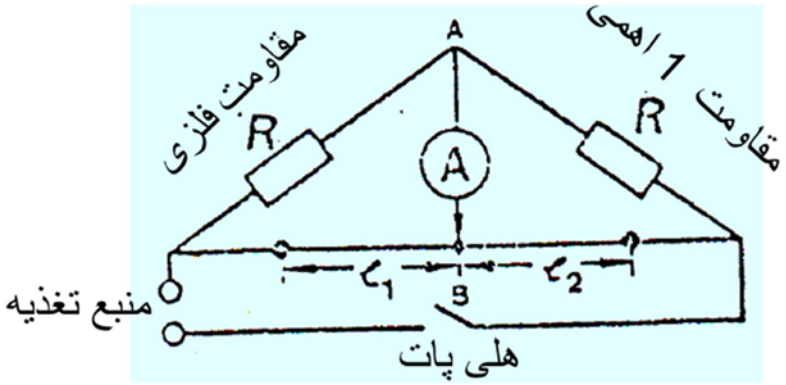


شکل (۱)



شکل (۲)

در حالت تعادل الکتریکی، گالوانومتر جریان صفر را نشان خواهد داد (جریان شاخه AB پل صفر شود)، که با توجه به شکل (۳) رابطه (۱) زیر حاکم است:



$$R_\theta = \frac{R_1 R_m}{R - R_1}$$

در اینجا R_m مقاومت ۱ اهمی است .بدین ترتیب با اندازه‌گیری و خواندن مقاومت R_1 از هلی‌پات، مقدار R_Θ به دست می‌آید.

خواسته‌های آزمایش

۱. با توجه به جنس نمونه‌ای که استفاده کردید، اندازه‌ی دمای دیبای آن را از جداول استخراج کنید و با استفاده از آن تعیین کنید در هر مرحله از آزمایش انتظار داریم تغییرات مقاومت بر حسب دما چگونه باشد.

۲. منحنی تغییرات مقاومت بر حسب دما را برای هر یک از مراحل آزمایش رسم کنید.

۳. اگر نتایج آزمایش با آنچه از سئوال ۱ بدست آوردید مغایر است، علت را توضیح دهید.

۴. با توجه به نمودارهای سئوال ۲ مقدار β را برای هر یک از نمونه‌ها بدست آورید.

۵. آیا اینکه دمای نمونه را از بالا به پایین کاهش دهیم یا از پایین به بالا افزایش دهیم، تاثیری در رفتار مقاومت نمونه بر حسب دما دارد؟ توضیح دهید.

سئوالات

۱. خصوصیات فلز نجیب چیست ؟

۲. مقاومت ویژه‌ی یک فلز در دمای صفر ناشی از چه عواملی است؟

۳. در چه مواردی وصل کردن مستقیم اهم‌متر به دو سر نمونه می‌تواند سبب ایجاد خطا در نتایج آزمایش شود؟ علت را توضیح دهید. برای رفع این خطا چه روشی پیشنهاد می‌کنید؟