

تعیین بستگی مقاومت به دما در فلزات و مواد نیمرسانا

۱ اهداف آزمایش

- مطالعه بستگی رسانش به تغییرات دما در مواد مختلف

- تعیین ضریب دمایی مقاومت یک فلز

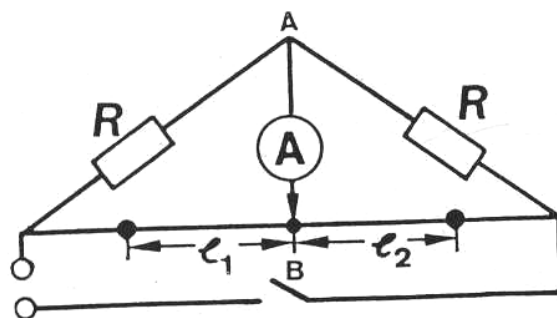
- تعیین گاف انرژی یک نیمرسانا

۲ تئوری آزمایش

بنابر نظریه‌های هدایت الکتریکی رسانش یک ماده به طور اساسی با تعداد حاملان بار بر واحد حجم (اعم از الکترون و حفره) و زمان بین دو پراکندگی متوالی حامل بار نسبت مستقیم و با جرم مؤثر حامل بار نسبت معکوس دارد. با توجه به این عوامل و بستگی آنها به دما می‌توان بستگی رسانش الکتریکی به دما را در مواد مختلف مطالعه و توجیه کرد.

در فلزات که دارای نوار رسانش نیمه‌پُر می‌باشند تعداد حاملان بار و جرم مؤثر آنها با تغییر دما تغییر چندانی نخواهد داشت ولی با افزایش دما ارتعاشات حرارتی در جسم فزونی گرفته و باعث کاهش زمان دو پراکندگی متوالی حامل بار می‌شود به طوری که در تقریب مرتبه اول می‌توان مقاومت فلز را متناسب با دما دانست و در نتیجه خواهیم داشت

$$R_{\theta} = R_0 (1 + \beta \theta) \quad (1)$$



شکل (۱)

که R_0 مقاومت در دمای صفر درجه سانتیگراد و β ضریب دمایی مقاومت فلز می باشد. در مواد نیمرسانا که تعداد حاملان بار در نوار رسانش ناچیز است عامل اساسی در تغییر رسانش نسبت به دما افزایش دمایی تعداد حاملان بار الکتریکی اعم از حفره و الکترون در اثر افزایش دماست و عوامل دیگر نقش چندانی نخواهد داشت. بنابراین می توان نوشت

$$R \approx \frac{1}{n} \approx e^{\frac{\Delta E}{kT}} \quad (2)$$

که n چگالی حاملان بار، ΔE گاف انرژی نیمرسانا، k ثابت بولتزمن و T دمای کلین است.

۳ روش آزمایش

در این آزمایش رای اندازه گیری مقاومت مجهول از پل وتسون استفاده می شود. اگر در شکل (۱) آمپر متر در شاخه AB جریان صفر را نشان دهد خواهیم داشت

$$R_\theta = R_0 \frac{l_1}{l_2} \quad (3)$$

که مجموع $l_1 + l_2$ یک سیم مقاومت به طول یک متر می باشد بنابراین

$$R_{\theta} = R_0 \frac{l_1}{100 - l_1} \quad (4)$$

پس با معلوم بودن l_1 و R_0 می توان مقاومت مجهول R_{θ} را تعیین کرد.

انجام آزمایش

الف) اندازه گیری ضریب دمایی مقاومت یک فلز

(۱) مدار الکتریکی را مطابق شکل (۲) ببینید ولی کوره را روشن نکنید.

(۲) میله دماسنج دیجیتالی را در روزنه پشت کوره وارد کنید و دماسنج را بر روی رنج $200 <$ قرار دهید.

(۳) دمای آزمایشگاه را از روی دماسنج بخوانید و توسط کلید موری شکل جریان پل و تسون را صفر کنید و طول l_1 را بخوانید.

(۴) کوره را روشن کنید و پس از هر 10 درجه افزایش دما کوره را خاموش کنید و منتظر شوید که افزایش دما متوقف شود، آنگاه دما و l_1 را هنگام صفر کردن جریان پل و تسون بخوانید.

(۵) آزمایش را تا دمای 400 درجه سانتیگراد ادامه داده و ستونهای اول و دوم جدول (۱) را تکمیل کنید.

(۶) به کمک رابطه (۴) ستون سوم جدول (۱) را نیز تکمیل نمایید.

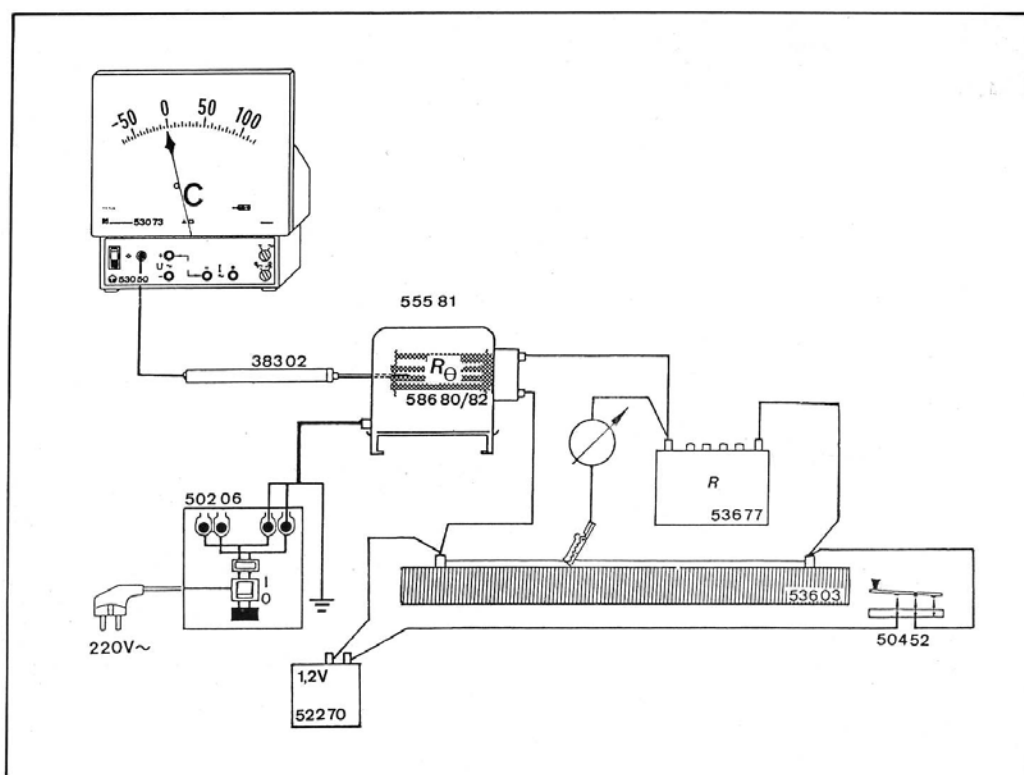
(۷) نمودار $\frac{R_{\theta} - R_0}{R_0}$ بر حسب θ را رسم کنید و به کمک روش کوچکترین مربعات شیب آن که همان ضریب دمایی مقاومت فلز را بدست آورید.

ب) تعیین گاف انرژی یک نیمرسانا

احتیاط!

در این آزمایش نباید دمای کوره از 200 درجه سانتیگراد بالاتر رود.

(۱) مراحل ۱ تا ۴ را مطابق قسمت الف انجام دهید ولی دما را فقط تا 200 درجه سانتیگراد افزایش دهید و جدول (۲) را تکمیل کنید.



شکل (۲)

(۲) نمودار R_θ را بر حسب θ رسم کنید.

(۳) برای خطی کردن منحنی، نمودار $\ln R_\theta$ را بر حسب $\frac{1}{T}$ روی یک نمودار نیمه لگاریتمی رسم کنید.

(۴) شیب خط را بدست آورید و به کمک رابطه (۲) مقدار گاف انرژی نیمرسانا، ΔE ، را بدست آورید.

$\theta(^{\circ}C)$	$l_1(cm)$	$R_{\theta}(Ohm)$

جدول ۱:

$\theta(^{\circ}C)$	$T(K)$	l_1	$R_{\theta}(Ohm)$	$\ln R_{\theta}$	$1/T$
۴۰					
۵۰					
۶۰					
۷۰					
۸۰					
۹۰					
۱۰۰					
۱۱۰					
۱۲۰					
۱۳۰					
۱۴۰					

جدول ۲: