

آزمایش ۱

بررسی قانون اهم

بررسی تجربی قانون اهم و مطالعه پارامترهای مؤثر در مقاومت الکتریکی یک سیم فلزی

تئوری آزمایش

هر جسم فیزیکی، دارای مقاومت الکتریکی است. اجسام فلزی، بدن انسان، یک تکه پلاستیک، یا حتی خلا دارای مقاومت الکتریکی هستند که قابل اندازه گیری است. اکثر فلزات در برابر جریان الکتریسته مقاومت کمی دارند و اجسام هادی نامیده می‌شوند. اجسامی که دارای مقاومت الکتریکی بسیار زیادی هستند، عایق نامیده می‌شوند. یک مقاومت ایده‌آل عنصری است که اندازه مقاومت الکتریکی آن ثابت است و بستگی به عوامل محیطی (مانند تغییرات دما...) ندارد. در عمل مقاومتها را بگونه‌ای طراحی می‌کنند که در برابر تغییرات دما و عوامل محیطی دیگر، اندازه مقاومت الکتریکی آنها نوسانات کمی داشته باشد.

مقاومت یک سیم طویل یکنواخت که دارای سطح مقطعی یکسان است از رابطه $\rho = \frac{l}{S}$ به دست می‌آید که در آن: l طول، S سطح مقطع و ρ مقاومت ویژه سیم است. دامنه تغییرات مقاومت ویژه برای مواد مختلف وسیع است. با تقسیم مواد به فلز، نیمرسانا و عایق بازه تغییرات مقاومت ویژه آنها حدوداً برابر است با:

فلز	نیمرسانا	عایق
$10^{-6} - 10^{-2} \Omega \cdot cm$	$10^{-2} - 10^0 \Omega \cdot cm$	$10^0 - 10^{18} \Omega \cdot cm$

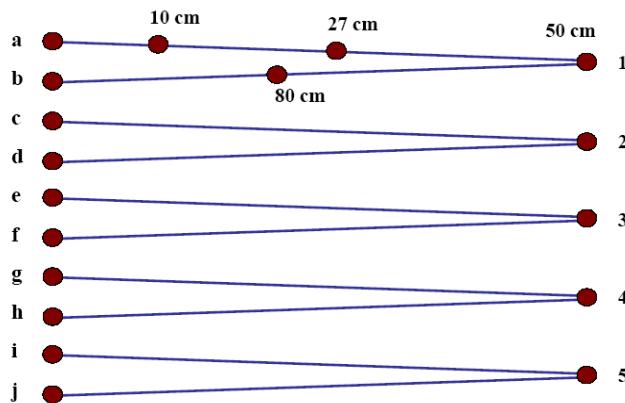
اگر منحنی نمایش تغییرات اختلاف پتانسیل دو سریم بر حسب اندازه جریان الکتریکی که از آن عبور می‌کند، خطی باشد، مقاومت الکتریکی آن ثابت است، بنابراین از قانون اهم پیروی می‌کند و مقاومت «اهمی» نامیده می‌شود، در غیر این صورت «غیر اهمی» خواهد بود.

در آزمایشگاه مقاومتها ثابت یا متغیر هستند. مقاومت‌های متغیر، پتانسیومتر یا رئوستا نیز نامیده می‌شوند و مقاومت آنها توسط تنظیم یک پیچ یا لغزش یک ابزار کنترل کننده تغییر می‌کند.

وسایل آزمایش

منبع تغذیه DC، آمپرmetر، ولتmetر، تخته سیمها، سیم رابط (۷ عدد).

تخته سیمها: تخته سیمها مطابق شکل ۱ از پنج سیم دارای جنس و قطرهای مختلف تشکیل شده است. سیم های شماره ۱، ۲ و ۳ از جنس نیکل کروم بوده و قطر آنها به ترتیب برابر است با 0.25 mm ، 0.40 mm و 0.30 mm . سیم شماره ۴ از جنس گالوانیزه با قطر 0.30 mm میلی متر و سیم شماره ۵ کروم خالص با قطر 0.40 mm میلی متر است. طول سیم های شماره ۱ تا ۵ برابر یک متر است.

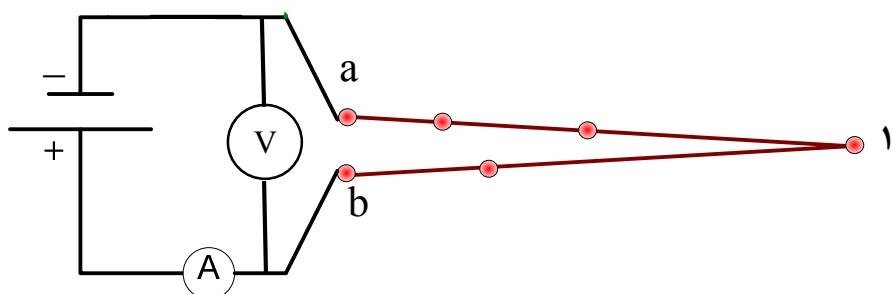


شکل ۱: ترتیب قرار گیری سیم ها بر روی تخته سیمها

روش آزمایش

بستگی اختلاف پتانسیل دو سر سیم به اندازه جریان الکتریکی که از آن عبور می کند:

- از سیم شماره ۱ استفاده کرده و مدار شکل ۲ را بیندید.
- ولتاژ منبع تغذیه را روی صفر تنظیم کرده و پیچ جریان را تا آخر باز کنید. (محدودیت جریان نداشته باشد)



شکل ۲: مدار ساده اندازه گیری

- با تغییر ولتاژ منبع تغذیه، جریان را در بازه ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلیآمپر تغییر داده (جریان را از روی آمپرmetr میخوانیم) و اختلاف پتانسیل دو سر سیم a و b را اندازه‌گیری کنید (به وسیله ولت متر) سپس نتایج را در جدول ۱ ثبت کنید.

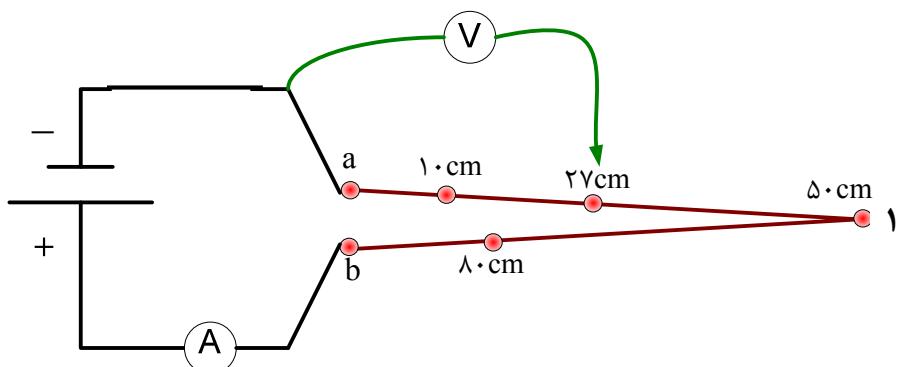
جدول ۱

I (mA)	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰
V (v)					

- منحنی نمایش تغییرات اختلاف پتانسیل دو سر سیم را بر حسب جریان رسم کنید و با استفاده از شیب خط مقاومت سیم را تعیین کنید. (شیب خط به کمک کمترین مربعات محاسبه شود).
- درصد خطای R را برای دو جریان اندازه‌گیری شده، نسبت به R محاسبه شده از روی شیب خط حساب کنید.
- آیا خط از مبدأ می‌گذرد، چرا؟
- آیا این سیم دارای مقاومت اهمی است؟

بستگی مقاومت الکتریکی به طول سیم [R=f(L)]

- از سیم شماره ۱ استفاده کرده و مدار شکل ۳ را بیندید. (دو سر سیم شماره ۱ هستند)
- ولتاژ منبع تغذیه را روی صفر تنظیم کرده و پیچ جریان را تا آخر باز کنید.



شکل ۳

- با تغییر ولتاژ منبع تغذیه، جریان مدار را روی مقدار ثابتی (۲۵۰ میلیآمپر) تنظیم کنید.
- با استفاده از ولتومتر برای طول های داده شده در جدول ۲، اختلاف پتانسیل را نسبت به نقطه a اندازه گیری کرده و در جدول ۲ ثبت کنید.

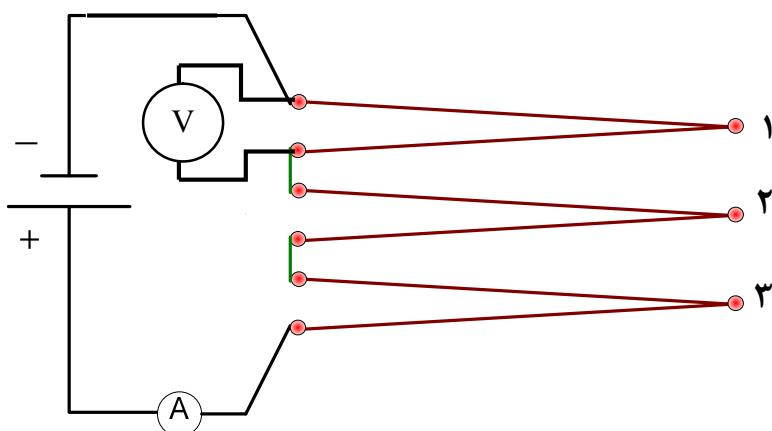
جدول ۲

l (cm)	۱۰	۲۷	۵۰	۸۰	۱۰۰
V (V)					
R (Ω)					
$I = 250$ (mA)					

- منحنی نمایش تغییرات R نسبت به طول l را رسم کرده و شیب خط را به دست آورید.(شیب خط از روش کمترین مربعات محاسبه شود)

تابعیت مقاومت با قطر سیم [R=f(s)]

- سیم های شماره ۱ تا ۳ را به صورت سری، مطابق با مدار شکل ۴ به منبع تغذیه وصل کنید.
- ولتاژ منبع تغذیه را روی صفر تنظیم کرده و پیچ جریان را تا آخر باز کنید.
- با تغییر ولتاژ منبع تغذیه، جریان مدار را روی مقدار ثابتی (۲۵۰ میلیآمپر) تنظیم کنید.



شکل ۴

- اختلاف پتانسیل دو سر هر سیم را اندازه گیری کرده و نتایج را در جدول ۳ ثبت کنید.

جدول ۳

شماره سیم	(۱) a,b	(۲) c,d	(۳) e,f
قطر (mm)	۰.۲۵	۰.۴۰	۰.۳۰
V (v)			
R (Ω)			
$I = ۲۵۰ \text{ mA}$			

- با استفاده از فرمول $\frac{V}{I}$ مقاومت هر سیم را حساب کرده و منحنی نمایش تغییرات مقاومت بر حسب عکس سطح مقطع سیم ($R = 1/S$) را رسم کرده و شیب خط را از روش کمترین مربعات محاسبه کنید.
- با فرض این که مقاومت فقط بستگی به طول سیم و عکس سطح مقطع آن دارد با استفاده از شیب خط در دو نمودار رسم شده، مقاومت ویژه را به دست آورید و با مقایسه آنها با یکدیگر مقدار متوسط مقاومت ویژه را تعیین کنید.

تابعیت مقاومت با مقاومت ویژه $R=f(\rho)$

- سیمهای شماره ۳ تا ۵ را به صورت سری، به منبع تغذیه وصل کنید.
 - ولتاژ منبع تغذیه را روی صفر تنظیم کرده و پیچ جریان را تا آخر باز کنید.
 - با تغییر ولتاژ منبع تغذیه، جریان مدار را روی مقدار ثابتی (۲۵۰ میلیآمپر) تنظیم کنید.
- اختلاف پتانسیل دو سر هر سیم را اندازه‌گیری کرده و نتایج را در جدول ۴ ثبت کنید.

جدول ۴

جنس و شماره سیم	کروم نیکل e,f (۳)	گالوانیزه g,h (۴)	کروم خالص j,i (۵)
V (v)			
R (Ω)			
$I = ۲۵۰ \text{ mA}$			

- با استفاده از جدول ۴، مقاومت هر سیم را محاسبه کنید سپس مقاومت‌های ویژه $\rho_۳$ و $\rho_۴$ و $\rho_۵$ را بدست آورید.