



آزمایشگاه فیزیک عمومی ۲

دانشکده فیزیک دانشگاه صنعتی شریف

پاییز ۱۴۰۲



دوشنبه صبح - گروه A۴

معین آعلی - ۴۰۱۱۰۵۵۶۱

امیرحسین صوری - ۴۰۱۱۰۶۱۸۲

فهرست عناوین

۱.	عنوان آزمایش	۲
۲.	هدف آزمایش	۲
۳.	شرح آزمایش	۲
۵.	نکاتی که باید حین آزمایش مورد توجه قرار بگیرند	۲
۶.	بررسی قانون اهم روی سیم‌های فلزی	۳
۶,۱.	تکمیل جدول و رسم نمودار:	۳
۶,۲.	محاسبه درصد خطا:	۳
۶,۳.	گذر نمودار از مبدا:	۴
۶,۴.	اهمی بودن مقاومت سیم:	۴
۷.	بررسی بستگی مقاومت سیم به طول سیم	۴
۷,۱.	مقاومت در طول‌های مختلف:	۴
۷,۲.	نمودار مقاومت بر حسب طول:	۴
۸.	بررسی بستگی مقاومت با قطر سیم	۵
۸,۱.	مقاومت در سیم‌ها با قطرهای مختلف:	۵
۸,۲.	نمودار مقاومت بر حسب عکس سطح مقطع سیم	۵
۸,۳.	مقدار مقاومت ویژه:	۶
۹.	بررسی بستگی مقاومت با مقاومت ویژه	۶
۹,۱.	مقاومت در سیم‌ها با جنس‌ها (مقاومت‌های ویژه) متفاوت	۶
۹,۲.	محاسبه مقاومت ویژه سیم‌ها:	۶

۱. عنوان آزمایش

بررسی قانون اهم و عوامل موثر بر آن.

۲. هدف آزمایش

هدف از این آزمایش بررسی عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی یک سیم است. به طور کلی طول سیم، جنس سیم، سطح مقطع، ولتاژ و جریان الکتریکی از عوامل موثر بر مقاومت الکتریکی سیم هستند که در این آزمایش به بررسی آنها می‌پردازیم.

۳. شرح آزمایش

ابتدا با استفاده از قانون اهم ($V = R.I$) و تنظیم ولتاژ و جریان الکتریکی مدار، منحنی (V, I) را رسم نموده و در صورتی که این نمودار خطی باشد، سیم ما اهمی است. سپس با استفاده از فرمول $R = \rho \frac{l}{A}$ و نیز قانون اهم، با تغییر عواملی مانند: طول، قطر و جنس سیم چگونگی تاثیر آنها بر مقاومت الکتریکی را به دست می‌آوریم.

۴. ابزارهای مورد نیاز

- سیم رسانا با جنس‌های مختلف و طول‌های مختلف
- منبع ولتاژ
- آمپرسنج
- مولتی‌متر
- سیم مناسب اتصال به مولتی‌متر

۵. نکاتی که باید حین آزمایش مورد توجه قرار بگیرند

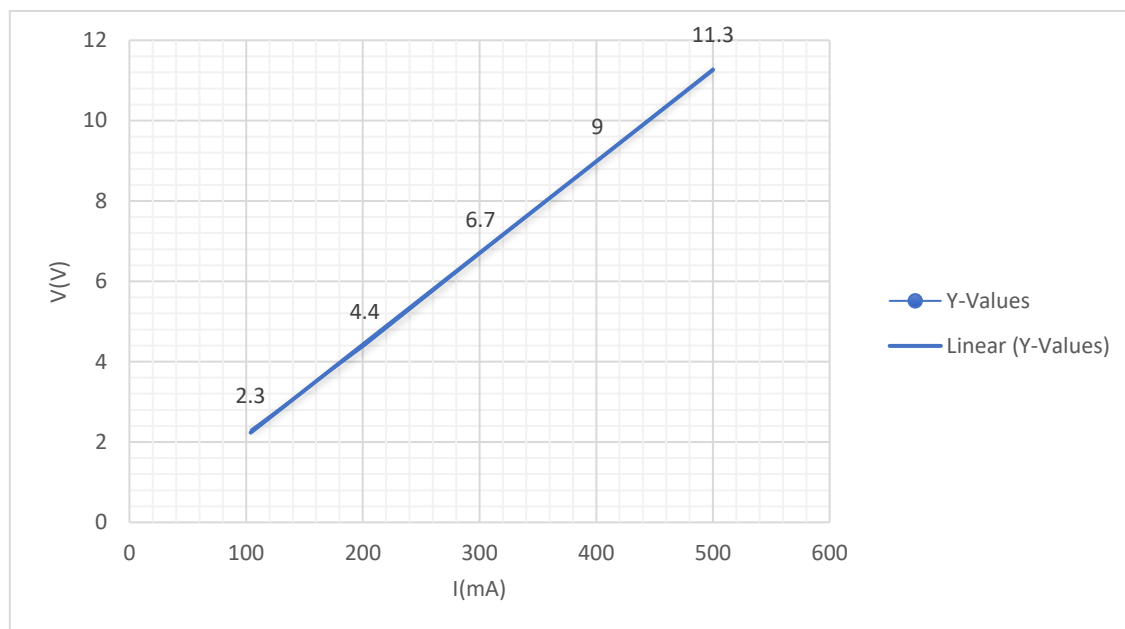
- آمپرسنج باید به صورت سری در مدار بسته شود
- ولت‌متر باید به صورت موازی در مدار بسته شود
- دقت مولتی‌متر از دیگر ابزارهای مورد استفاده در آزمایش بالاتر است

۶. بررسی قانون اهم روی سیم‌های فلزی

۶/۱. تکمیل جدول و رسم نمودار:

جدول ۱

I(mA)	۱۰۳.۹	۲۰۱.۹	۳۰۱.۰	۴۰۱.۰	۵۰۰.۱
V(V)	۲.۳	۴.۴	۶.۷	۹.۰	۱۱.۳



$$\bar{x} = \frac{10 + 27 + 50 + 80 + 100}{5} = 53.4$$

$$m = \frac{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2} = \frac{4197.75}{21512.56} \approx 1.95 \times 10^{-1} \Omega$$

شیب خط به دست آمده برحسب V/mA است، در نتیجه مقاومت برحسب $k\Omega$ بدست می‌آید.

بنابراین مقاومت الکتریکی سیم فلزی برابر است با:

$$V = RI$$

۶/۲. محاسبه درصد خطا:

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{4.4}{0.2} = 22.0 \Omega$$

$$R_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{6.7}{0.3} \approx 23.3 \Omega$$

• درصد خطا مقاومت ۲:

$$\frac{|R_1 - R|}{R} \times 100 = \frac{22 - 20.1}{20.1} \approx 9\%$$

• درصد خطا مقاومت ۳:

$$\frac{|R_2 - R|}{R} \times 100 = \frac{23.3 - 20.1}{20.1} \approx 16\%$$

۶/۳. گذر نمودار از مبدا:

به صورت ایده‌آل انتظار می‌رود که نمودار از مبدا بگذرد، اما به دلایلی نظیر خطای وسایل اندازه‌گیری و آزمایشگر، مقدار بدست آمده با مقدار واقعی تفاوت دارد.

۶/۴. اهمی بودن مقاومت سیم:

با توجه به این که نمودار ما تقریباً خطی است، می‌توان نتیجه گرفت که این فلز از قانون اهم پیروی می‌کند.

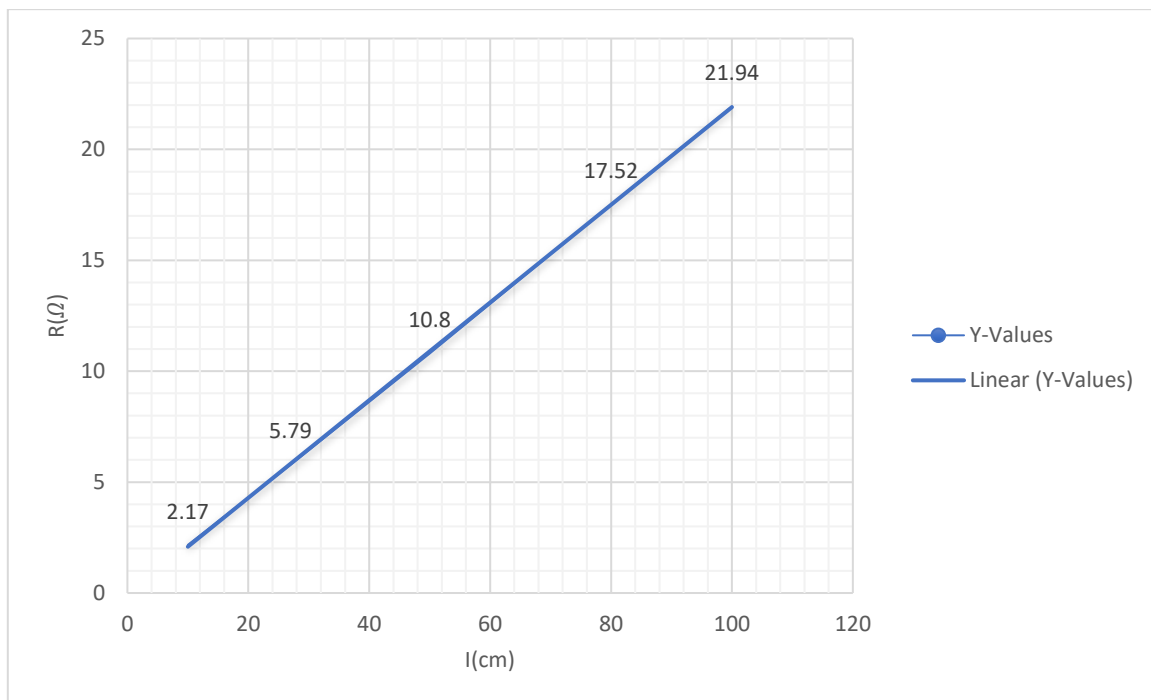
۷. بررسی بستگی مقاومت سیم به طول سیم

۷/۱. مقاومت در طول‌های مختلف:

برای بدست آوردن مقاومت‌ها از رابطه‌ی $V = RI$ استفاده می‌کنیم:

I (cm)	۱۰	۲۷	۵۰	۸۰	۱۰۰
V (V)	۰.۵۴	۱.۴۴	۲.۶۹	۴.۳۶	۵.۴۶
R	۲.۱۷	۵.۷۹	۱۰.۸	۱۷.۵۲	۲۱.۹۴
$I = ۲۵۰ \text{ (mA)}$					

۷/۲. نمودار مقاومت بر حسب طول:



$$\bar{x} = \frac{10 + 27 + 50 + 80 + 100}{5} = 53.4 \text{ } \Omega$$

$$m = \frac{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x}) y_i}{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2} = \frac{4197.75}{21512.56} \approx 1.95 \times 10^{-1} \Omega$$

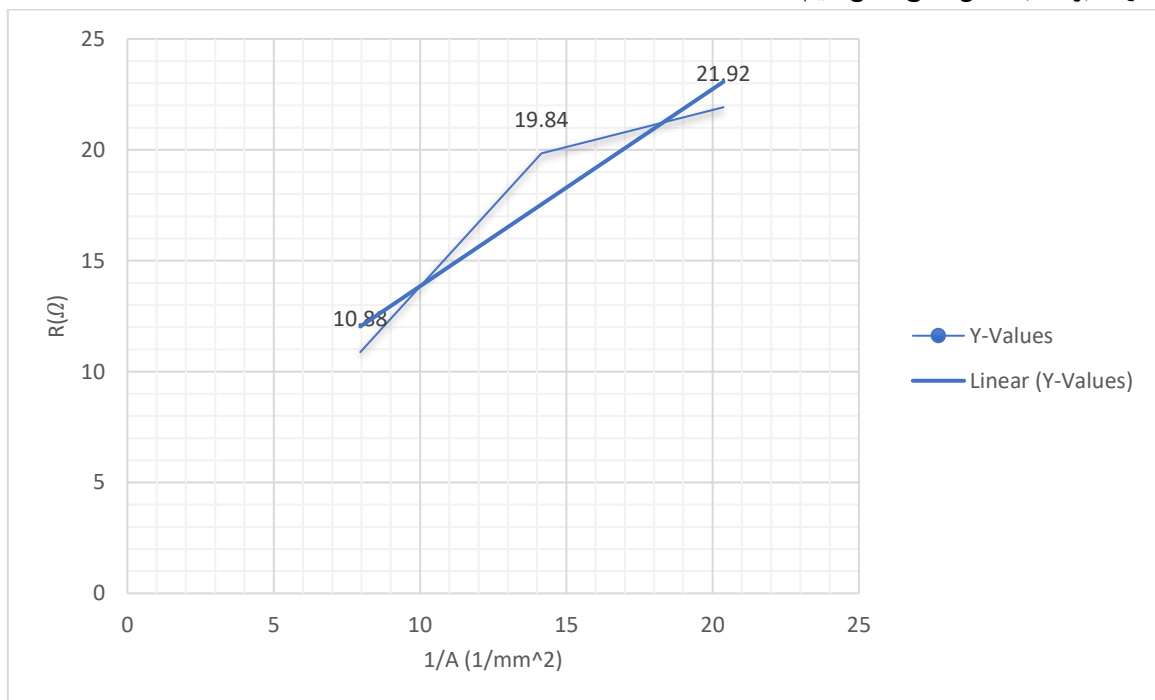
۸. بررسی بستگی مقاومت با قطر سیم

۸/۱. مقاومت در سیم‌ها با قطرهای مختلف:

شماره سیم	a,b (۱)	c,d (۲)	e,f (۳)
قطر (mm)	۰.۲۵	۰.۴۰	۰.۳۰
V (v)	۵.۴۸	۲.۷۲	۴.۹۶
R (Ω)	۲۱.۹۲	۱۰.۸۸	۱۹.۸۴
$I = ۲۵۰ \text{ mA}$			

• در آزمایش‌ها، اندازه‌گیری‌ها دقیقاً با $I = ۲۵۰ \text{ mA}$ انجام شده‌اند.• مقاومت‌ها نیز از رابطه $R = \frac{V}{I}$ محاسبه شده‌اند.

۸/۲. نمودار مقاومت برحسب عکس سطح مقطع سیم



انتظار می‌رود این سه نقطه تشکیل خط بدهند، اما به دلیل دقت وسایل اندازه‌گیری و خطاهای احتمالی حین انجام آزمایش، داده‌های به‌دست‌آمده کمی خطا دارند.

$$\bar{x} = \frac{۷.۹۶ + ۱۴.۱۵ + ۲۰.۳۷}{۳} = ۱۴.۱۶ \text{ } 1/\text{mm}^2$$

$$m = \frac{\sum_{i=1}^3 (x_i - \bar{x})y_i}{\sum_{i=1}^3 (x_i - \bar{x})^2} = \frac{۶۸.۴۶}{۷۷} = ۰.۸۹ \text{ } \Omega \text{mm}^2$$

۸/۳. مقدار مقاومت ویژه:

به کمک رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ از شیب دو نمودار رسم شده اخیر می توان نتیجه گرفت:

$$m_1 = \frac{R}{L} = \frac{\rho}{A}$$

$$m_2 = \frac{R}{\frac{1}{A}} = RA = \rho L$$

حالا به کمک هر یک از روابط بالا ρ را محاسبه می کنیم:

$$\rho_1 = m_1 A = 1.95 \times 4.91 \times 10^{-7} = 0.96 \times 10^{-6} \Omega m$$

$$\rho_2 = \frac{m_2}{L} = \frac{0.89 \times 10^{-6}}{1} = 0.89 \times 10^{-6} \Omega m$$

میانگین رو مقدار به دست آمده را به عنوان جواب نهایی اعلام می کنیم:

$$\rho = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} = \frac{(0.96 + 0.89) \times 10^{-6}}{2} = 0.93 \times 10^{-6} \Omega m$$

۹. بررسی بستگی مقاومت با مقاومت ویژه

۹/۱. مقاومت در سیم ها با جنس ها (مقاومت های ویژه) متفاوت

کروم خالص i,j (۵)	گالوانیزه g,h (۴)	کروم نیکل e,f (۳)	جنس و شماره سیم
۲.۲۵	۰.۷۳	۴.۹۵	V (v)
۹.۰۰	۲.۹۲	۱۹.۸۰	R (Ω)
$I = 250, \mu A$			

۹/۲. محاسبه مقاومت ویژه سیم ها:

طول هر سه سیم در آزمایش ۱ متر بوده است و قطر سیم های ۳ و ۴ و ۵ به ترتیب برابر ۰.۳۰ و ۰.۳۰ و ۰.۴۰ میلی متر بوده است. از رابطه زیر کمک می گیریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \rho = \frac{RA}{L}$$

$$\rho_3 = \frac{R_3 A_3}{L} = 19.8 \times 0.07 \times 10^{-6} = 1.39 \times 10^{-6} \Omega m$$

$$\rho_4 = \frac{R_4 A_4}{L} = 2.92 \times 0.07 \times 10^{-6} = 0.2 \times 10^{-6} \Omega m$$

$$\rho_5 = \frac{R_5 A_5}{L} = 9 \times 0.13 \times 10^{-6} = 1.17 \times 10^{-6} \Omega m$$