آزمایش شماره ۳: مطالعه قانون اهم

وسایل مورد نیاز:

۱- منبع تغذیه مستقیم یک دستگاه ۲- آمپرمتر یک دستگاه ۳- ولتمتر یک دستگاه ۴- مقاومت با مقادیر مختلف تا چند صد اهم ۵- سیم رابط ۶- رئوستا یک عدد

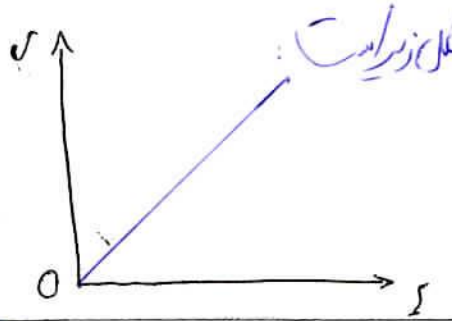
تئوری آزمایش:

اگر در دو سر یک رشته سیم هادی اختلاف پتانسیل الکتریکی معینی ایجاد شود، از این سیم جریان الکتریکی عبور می‌کند. مقدار این جریان بستگی به مقدار مقاومت سیم دارد و مقاومت سیم نیز طبق رابطه $R=\rho\frac{L}{S}$ به جنس، طول و سطح مقطع سیم بستگی دارد.

طبق قانون اهم اگر دما و سایر شرایط فیزیکی در یک هادی ثابت نگه داشته شود نسبت اختلاف پتانسیل به جریان، مقداری است ثابت که آنرا مقاومت هادی نامیده و با R نمایش می‌دهیم. اگر اختلاف پتانسیل برحسب ولت و شدت جریان الکتریکی برحسب آمپر باشد واحد مقاومت برحسب اهم خواهد بود.

$$\frac{\text{(اختلاف پتانسیل) } V}{\text{(شدت جریان) } I} = \text{(مقدار ثابت) } R \qquad V=IR$$

رابطه فوق نشان می‌دهد که تغییرات V برحسب I خطی و مطابق شکل زیر است:



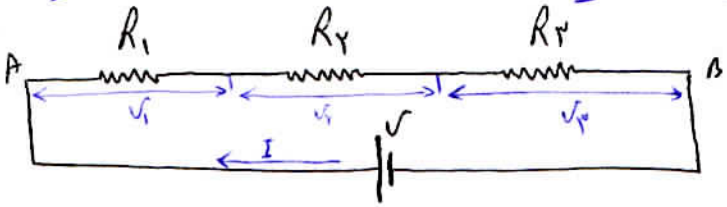
www.reuni.ir

اندازه گیری اختلاف پتانسیل و جریان در یک مدار الکتریکی:

بوسیله آمپرمتر و ولتمتر می توان شدت جریان را برحسب آمپر (A)، اختلاف پتانسیل الکتریکی را بر حسب ولت (V) اندازه گیری نمود. برای اندازه گیری اختلاف پتانسیل بین دو نقطه در مدار الکتریکی باید ولتمتر را بطور موازی به آن دو نقطه وصل کنید. و برای اندازه گیری شدت جریان در یک مدار بایستی آمپرمتر را بطور سری در آن مدار قرار دهید.

الف) سری:

اگر چند مقاومت بطور سری به صورت شکل زیر وصل شوند بین دو نقطه A و B اختلاف پتانسیل الکتریکی برقرار گردد شرایط زیر وجود دارد:



۱- ولتاژ کل مدار برابر مجموع ولتاژهایی است که در دو سر هر مقاومت وجود دارد.

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

۲- جریان کل مدار برابر است با جریانی که از هر یک از مقاومت ها می گذرد.

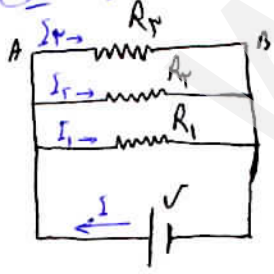
$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

۳- مقاومت کل از جمع مقاومت ها بدست می آید.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

ب) موازی:

اگر چند مقاومت بطور موازی به صورت شکل زیر وصل شوند. بین دو نقطه A و B اختلاف پتانسیل الکتریکی برقرار گردد شرایط زیر وجود دارد:



۱- جریان کل مدار برابر مجموع جریانهایی است که از هر مقاومت عبور می کند.

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

۲- ولتاژ دو سر هریک از مقاومتها مساوی است.

۳- مقاومت معادل از رابطه زیر بدست می آید.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

www.iran.ir

www.iebest.ir

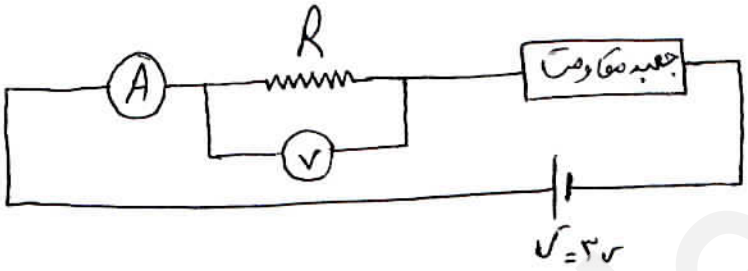
تحقیق قانون اهم:

مداری مانند شکل زیر می بندیم:

۱- یک مقاومت مجهول R را با یک آمپرمتر سری می کنیم و سر دیگر مقاومت مجهول را با جعبه مقاومت (رئوستا) سری می کنیم و دو سر مدار را به مولد متصل می کنیم.

۲- ولتمتر را با مقاومت مجهول بصورت موازی قرار می دهیم

۳- با تغییر دادن مقاومت رئوستا ولتاژ دو سر مقاومت مجهول را تغییر می دهیم و جدول زیر را کامل می کنیم.



V (V)	۰/۲۵	۰/۵	۰/۷۵	۱	۱/۲۵	۱/۵	۱/۷۵	۲	۲/۲۵	۲/۵
I (mA)	۲/۴	۴/۸	۷/۲	۹/۶	۱۰/۵	۱۳/۰	۱۵/۳	۱۹/۰	۲۱/۶	۲۴/۰
R (Ω)	۱۰۴/۱۶	۱۰۴/۱۶	۱۰۴/۱۶	۱۰۴/۱۶	۱۱۹/۰۴	۱۱۸/۳۸	۱۱۴/۳۷	۱۰۵/۲۶	۱۰۴/۱۶	۱۰۴/۱۶
خطای مطلق	۳/۷۴۱	۳/۷۴۱	۳/۷۴۱	۳/۷۴۱	۱۱/۱۳۹	۷/۴۷۹	۹/۴۴۹	۲/۴۴۱	۳/۷۴۱	۳/۷۴۱
خطای نسبی	۳٪	۳٪	۳٪	۳٪	۱۰٪	۶٪	۵٪	۲٪	۳٪	۳٪

$$\text{خطای مطلق} = R - \bar{R} \qquad \text{خطای نسبی} = \frac{R - \bar{R}}{\bar{R}}$$

$$\bar{R} = \frac{\text{مجموع } R\text{ها}}{\text{تعداد آن ها}} = ۱۰۷/۹۰۱$$

۴- با توجه به جدول بر روی یک کاغذ میلیمتری تغییرات ولتاژ را بر حسب شدت جریان رسم می کنیم. شیب خط رسم شده نشان دهنده مقاومت R است.

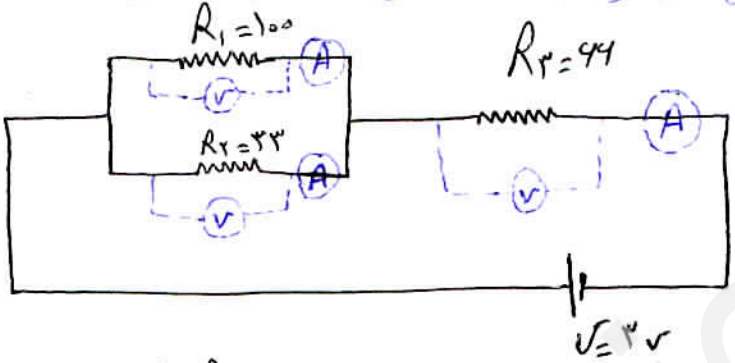
$$\text{tg}\alpha = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1} = R$$

www.iebest.ir

ج) مقاومتها بطور مختلط (سری و موازی):

۱- مداری مطابق شکل زیر می بندیم و با کمک یک آمپرمتر (به طوری که با هر مقاومت) به ترتیب جریانهای I_1، I_2 و I_3 را اندازه گرفته و در جدول زیر یادداشت می کنیم. در شکل محل آمپرمتر با نقطه چین مشخص شده است که در هر اندازه گیری آمپرمتر را در محل خود قرار می دهیم.

۲- بدون اینکه مدار را تغییر دهیم دو سر یک ولتمتر را به ترتیب به دو سر مقاومتهای R_1، R_2 و R_3 بطور موازی وصل کرده و V_1، V_2 و V_3 یعنی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت ها را اندازه گرفته و در جدول یادداشت می کنیم.



$$\begin{cases} R_{12}=\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2} = 24{,}81\ \Omega \\ R_T=R_3+R_{12} = 90{,}81\ \Omega \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_T=90{,}81\ \Omega \\ V_T=3\ v \end{cases} \longrightarrow I_T=I_3=I_{12}=0{,}033\ A=33\ mA$$

$$\begin{cases} I_3=0{,}033\ A \\ R_3=44\ \Omega \end{cases} \longrightarrow V_3=2{,}17\ v$$

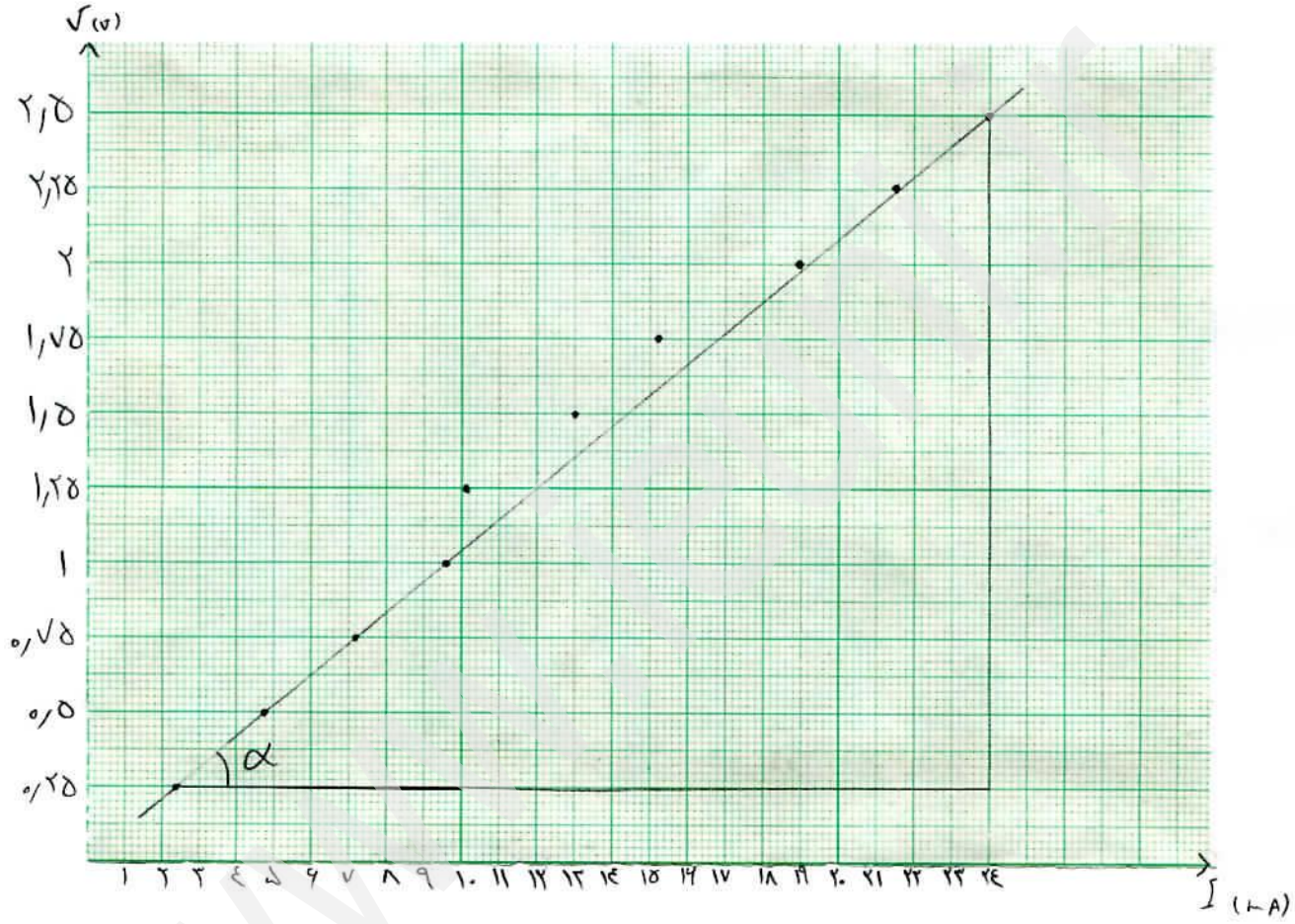
$$\begin{cases} I_{12}=0{,}033\ A \\ R_{12}=24{,}81\ \Omega \end{cases} \longrightarrow V_{12}=V_1=V_2=0{,}81$$

$$\begin{cases} V_1=0{,}81 \\ R_1=100\ \Omega \end{cases} \longrightarrow I_1=0{,}008\ A=8\ mA$$

$$\begin{cases} V_2=0{,}81 \\ R_2=33\ \Omega \end{cases} \longrightarrow I_2=0{,}024\ A=24\ mA$$

www.iebest.ir

R تئوری	R عملی $= \frac{V \text{ عملی}}{I \text{ عملی}}$	درصد خطای R	تئوری $V_{(V)}$	عملی $V_{(V)}$	درصد خطای V	تئوری $I_{(mA)}$	عملی $I_{(mA)}$	خطای I
۱۰۰	۱۰۳,۸۴	۳,۸۴ %	۰/۸۱	۰/۸۱	۰	۸	۷,۸	۲,۵ %
۴۳	۴۳,۴۷	۱,۴۷ %	۰/۸۱	۰/۸۱	۰	۲۴	۲۴,۲	۰/۸۳ %
۶۶	۶۹,۴۴	۵,۲۱ %	۲,۱۷	۲,۲۵	۳,۶۸ %	۳۳	۳۲,۴	۱,۸۱ %



$$R = tg\alpha = \frac{V}{I} = \frac{۲,۲۵}{۲۱,۶ \times ۱۰^{-۳}} = ۱۰۴,۱۶$$