بسم اللّه الرحمن الرحیم

آزمایشگاه فیزیک (۲)

shimiomd

۱. خواندن مقاومت ها

۲. بررسی قانون اهم برای مدارهای متوالی

۳. بررسی قانون اهم برای مدارهای موازی

٤. بدست آوردن مقاومت مجهول توسط پل وتسون

٥. بدست آوردن مقاومت مجهول توسط پل تار

٦. اندازه گیری دمای رشته های درون لامپ

آزمایش شماره ۱ (خواندن مقاومت ها)

shimiomd

هدف آزمایش :

هدف از این آزمایش فراگیری چگونگی خواندن یک مقاومت است که بتوان از مقاومت مناسب ، در جای مناسب استفاده کرد .

موارد مصرفی :

برای این آزمایش ، تنها به تعدادی مقاومت نیاز داریم که آنها را بخوانیم .

شرح کار :

هر مقاومت در روی خود دارای ٤ خط رنگی میباشد که توسط کارخانه تولید کننده آن ایجاد میشود . این خطوط رنگی ، نشان دهنده میزان مقاومت میباشد که توسط شرکت سازنده مقاومت و طی آزمایشات مختلف تعیین شده است .

هر رنگ نیز معرف عددی است که به آن نسبت داده شده که این قانون نسبت دادن رنگ ها به اعداد ، در تمام مقاومت ها رعایت میشود .

این خطوط شامل رنگ های زیر میباشند :

رنگ	عدد	رنگ	عدد
سیاه	۰	قهوه ای	۱
قرمز	۲	نارنجی	۳
زرد	٤	سبز	٥
آبی	٦	بنفش	۷
خاکستری	۸	سفید	۹

علاوه بر رنگ های بالا ، دو رنگ دیگر نیز بر روی مقاومت ها به چشم میخورد که معرف میزان خطای اندازه گیری در مقاومت ها میباشد . این دو رنگ شامل رنگ های زیر میباشند :

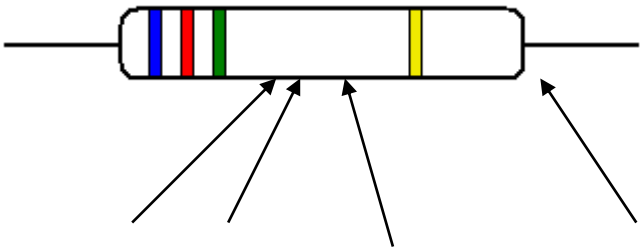
طلایی (خطای ٥ درصد)

نقره ای (خطای ۱۰ درصد)

این دو رنگ طلایی و نقره ای ، با فاصله ای مناسب از رنگهای دیگر قرار میگیرند تا کاملا مشخص باشند .

طریقه خواندن یک مقاومت :

برای خواندن یک مقاومت ، ابتدا به رنگهای آن نگاه میکنیم و رنگ نقره ای یا طلایی آن را می یابیم . مقاومت را طوری نگه میداریم که رنگ نقره ای یا طلایی آن در سمت راست قرار گیرد و سپس شروع به خواندن مقاومت میکنیم .



طلایی سبز قرمز آبی

در شکل بالا ، شمای کلی یک مقاومت و طریقه درست گرفتن مقاومت نشان داده شده است . همانطور که دیده میشود ، رنگ طلایی یا نقره ای (در اینجا طلایی) در سمت راست قرار گرفته و رنگها به ترتیب از چپ به راست آبی ، قرمز و سبز هستند .

برای خواندن مقاومت ، به جای هر رنگ ، عدد متناسب با آن را از جدول خوانده و قرار میدهیم . به این صورت که دو اعداد مربوط به دو رنگ اول را بصورت ارقام جداگانه (مانند ۱ ، ۲ ، ۳ و ...) قرار داده و عدد مربوط به رنگ سوم را به عنوان توانی از ۱۰ قرار میدهیم (مانند 10^3) . عدد مربوط به رنگ چهارم که همان رنگ طلایی یا نقره ای است را نیز به نتیجه اضافه و از آن کم میکنیم تا خطای محاسبات نشان داده شود . بطور مثال در شکل بالا :

آبی = ٦

قرمز = ۲ $\Longrightarrow$ $62*10^5 \pm 5\% \approx 6.2\ M\Omega \pm 5\%$

سبز = ٥

طلايى = ٥٪

خروجی آزمایش :

از آزمایش به عمل آمده ، نتایج و داده های زیر به دست آمد .

ردیف	رنگ اول	رنگ دوم	رنگ سوم	رنگ چهارم	محاسبات	نتیجه تقریبی
۱	زرد	قرمز	قرمز	نقره ای	$٤٢*10^{2} \pm 10\%$	$4.2\ K\Omega \pm 10\%$
۲	قرمز	بنفش	قرمز	طلایی	$27*10^{2} \pm 5\%$	$2.7\ K\Omega \pm 5\%$
۳	آبی	خاکستری	قهوه ای	طلایی	$68*10^{1} \pm 5\%$	$680\ \Omega \pm 5\%$
٤	خاکستری	قرمز	سیاه	طلایی	$82*10^{0} \pm 5\%$	$82\ \Omega \pm 5\%$
٥	قهوه ای	سیاه	بنفش	طلایی	$10*10^{7} \pm 5\%$	$100\ M\Omega \pm 5\%$
٦	قرمز	بنفش	قهوه ای	طلایی	$27*10^{1} \pm 5\%$	$270\ \Omega \pm 5\%$
۷	قهوه ای	سیاه	قهوه ای	طلایی	$10*10^{1} \pm 5\%$	$100\ \Omega \pm 5\%$
۸	قهوه ای	سبز	قهوه ای	طلایی	$15*10^{1} \pm 5\%$	$150\ \Omega \pm 5\%$
۹	قرمز	قرمز	قرمز	طلایی	$22*10^{2} \pm 5\%$	$2.2\ K\Omega \pm 5\%$

(قانون اهم)

هدف آزمایش :

هدف این آزمایش ، یافتن رابطه میان مقاومت (R) ، شدت جریان (I) و اختلاف پتانسیل (V) میباشد .

موارد مصرفی :

۱. دو عدد مقاومت

۲. سیم های رابط

۳. مولد

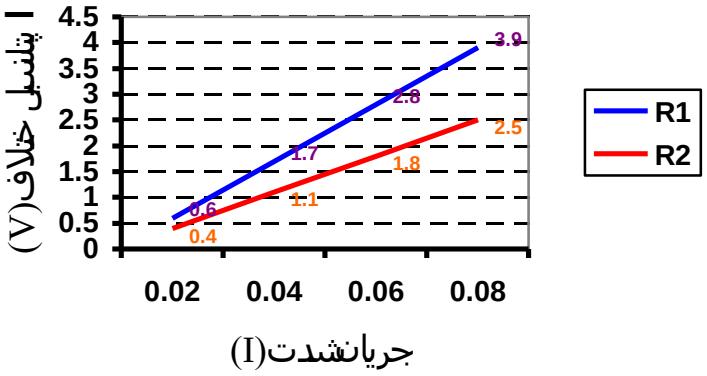
شرح کار :

ابتدا مقاومت ها را توسط سیم های رابط به مولد متصل میکنیم و به آن جریان میدهیم تا ولتاژ به دست آید (یا بالعکس) و اطلاعات را ثبت میکنیم .

R1		R2	
I1	V1	I2	V2
0.01	0.6	0.01	0.4
0.02	1.7	0.02	1.1
0.03	2.8	0.03	1.8
0.04	3.9	0.04	2.5

نمودار ولتاژ – شدت جریان (V–I) را برای هر مقاومت رسم میکنیم . مقاومت ، برابر شیب تقریبی خط عبور کننده از نقاط برخورد اختلاف پتانسیل ها و شدت جریانها است .

ط مقاومت(R)



جریانشدت(I)

خروجی آزمایش :

همانطور که گفته شد ، مقاومت ، برابر است با شیب تقریبی نمودار رسم شده . بنابراین :

$$R \cong \tan\alpha = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

$$R_2 = \frac{\Delta V_2}{\Delta I_2} \cong \frac{1.1-0.4}{0.04-0.02} = \frac{0.7}{0.02} = 35\Omega$$

$$R_1 = \frac{\Delta V_1}{\Delta I_1} \cong \frac{1.7-0.6}{0.04-0.02} = \frac{1.1}{0.02} = 55\Omega$$

آزمایش شماره ۲ (متوالی بستن مقاومت ها)

shimiomd

هدف آزمایش :

هدف از این آزمایش ، اثبات این موضوع است که در جریان ثابت ، اختلاف پتانسیل مجموع چند مقاومت که بصورت متوالی با هم بسته شده اند ، برابر است با مجموع اختلاف پتانسیل دو سر هر کدام از مقاومت ها در همان جریان .

موارد مصرفی :

۱. دو عدد مقاومت
۲. سیم های رابط
۳. مولد
٤. ولت متر

شرح کار :

در مقاومت های متوالی که یک سر مقاومت ، بدون واسطه و تنها توسط سیم به مقاومت دیگر وصل میشود ، جریان یکسانی از تمام مقاومت عبور میکند و اختلاف پتانسیل دو سر

مجموعه مقاومت های متوالی برابر با مجموع تک تک اختلاف پتانسیل های دو سر هر کدام از مقاومت ها است .

طبق قانون اهم داریم :

$$V = R*I$$
$$V = V1 + V2 + \ldots + Vn$$
$$\Longrightarrow I*RT = I*R1 + I*R2 + \ldots + I*Rn$$

پس از فاکتور گرفتن از I و حذف آن از دو طرف معادله ، داریم :

$$RT = R1 + R2 + \ldots + Rn$$

که RT همان مقاومت معادل است .

در یک جریان ثابت (مثلا 0.05A) ، مجموع اختلاف پتانسیل های دو سر مقاومت ها ، برابر است با اختلاف پتانسیل دو سر مجموع مقاومت ها ، که بصورت سری (متوالی) بسته شده اند .

برای انجام آزمایش ، ابتدا دو مقاومت را بصورت متوالی به یکدیگر میبندیم و آنها را با جریان ثابت به مولد متصل میکنیم و اختلاف پتانسیل دو سر آنها را توسط ولت متر اندازه میگیریم . سپس مقاومت ها را از یکدیگر جدا کرده ، با همان جریان ثابت ، اختلاف پتانسیل تک تک آنها را بدست می آوریم .

که در نتیجه ، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت های متوالی باید برابر مجموع اختلاف پتانسیل های تک تک مقاومت ها باشد .

خروجی آزمایش :

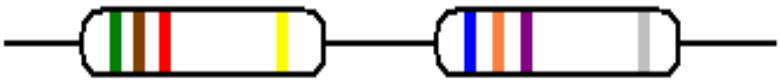
$RT = R1 + R2$ سری

$\cancel{I = 0}.05A$ $\boxed{V = 10\ v}$

$$\left.\begin{matrix} R1: & V1 = 3.6 \\ R2: & V2 = 5.3 \end{matrix}\right\} \xrightarrow{\text{ثابت } I = 0.05A} \Rightarrow \boxed{V = V1 + V2 = 9.2\ v \approx 10\ v}$$

دیده میشود که قانون اهم در اینجا با تقریب 0.8 v درست میباشد . این تقریب ، به خاطر خطای اندازه گیری میباشد که ممکن است توسط انسان یا وسایل غیر ایده آل صورت گیرد .

در زیر ، شمای دو مقاومت که بصورت متوالی بسته شده است ، نشان داده شده است :



آزمایش شماره ۳ (موازی بستن مقاومت ها)

shimiomd

هدف آزمایش :

هدف از این آزمایش ، اثبات این موضوع است که در اختلاف پتانسیل ثابت ، شدت جریان عبوری از مجموع چند مقاومت که بصورت موازی با هم بسته شده اند ، برابر است با مجموع شدت جریانهای عبوری از هر کدام از مقاومت ها در همان ولتاژ .

موارد مصرفی :

۱. دو عدد مقاومت
۲. سیم های رابط
۳. مولد
٤. آمپر متر

شرح کار :

در مقاومت های موازی که دو سر مقاومت ها ، بدون واسطه و تنها توسط سیم به دو سر مقاومت دیگر وصل میشود ، اختلاف پتانسیل یکسانی در دو طرف هر یک از مقاومت ها وجود دارد و شدت جریان عبوری از دو سر مجموعه مقاومت های موازی برابر با مجموع تک تک شدت جریان های عبوری از دو سر هر کدام از مقاومت ها است .

طبق قانون اهم داریم :

$$V = R * I \Rightarrow I = \frac{V}{R}$$

$$I_T = I_1 + I_2 + ... + I_n \Rightarrow \frac{V}{R_T} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + ... + \frac{V}{R_n}$$

پس از فاکتور گرفتن از V و حذف آن از دو طرف معادله ، داریم :

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_n}$$

که RT همان مقاومت معادل است .

در یک ولتاژ ثابت (مثلا 2 v) ، مجموع شدت جریان های عبوری از دو سر مقاومت ها ، برابر است با شدت جریان عبوری از دو سر مجموع مقاومت ها ، که بصورت موازی بسته شده اند .

برای انجام آزمایش ، ابتدا دو مقاومت را بصورت موازی به یکدیگر میبندیم و آنها را با ولتاژ ثابت به مولد متصل میکنیم و جریان دو سر آنها را توسط آمپر متر اندازه میگیریم . سپس مقاومت ها را از یکدیگر جدا کرده ، با همان ولتاژ ثابت ، شدت جریان عبوری از تک تک آنها را بدست می آوریم .

که در نتیجه ، شدت جریان عبوری از دو سر مقاومت های موازی باید برابر مجموع شدت جریان های عبوری از تک تک مقاومت ها باشد .

خروجی آزمایش :

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \longrightarrow$$ موازی

$\longrightarrow$ V = 2 v $\longrightarrow$ $\boxed{I = 0.04A}$

$\left.\begin{array}{l} \text{R1:} \quad I1 = 0.\\ \text{R2:} \quad I2 = 0. \end{array}\right\} \xrightarrow{V = 2\ v}$ ثابت

$$\boxed{I = I_1 + I_2 = 0.05A \approx 0.04A}$$

دیده میشود که قانون اهم در اینجا با خطای 0.01A درست میباشد .

در زیر ، شمای کلی بستن مقاومت ها بصورت موازی نمایش داده شده است :

آزمایش شماره ٤ (پل وتسون

)

shimiomd

هدف آزمایش :

هدف از این آزمایش ، یافتن مقاومت مجهول ، توسط روشی به نام پل وتسون است که در سال ۱۸٤۳ میلادی ، جان وتسون ، این طرح را برای محاسبه مقاومت مجهول ارائه داد .

موارد مصرفی :

۱. مولد

۲. رئوستا (مقاومت متغیر)

۳. دو عدد مقاومت با مقاومت معلوم و یک مقاومت مجهول (برای این کار میتوانیم سه مقاومت بگیریم و یکی را به عنوان مقاومت مجهول استفاده کنیم .)

٤. گالوانومتر

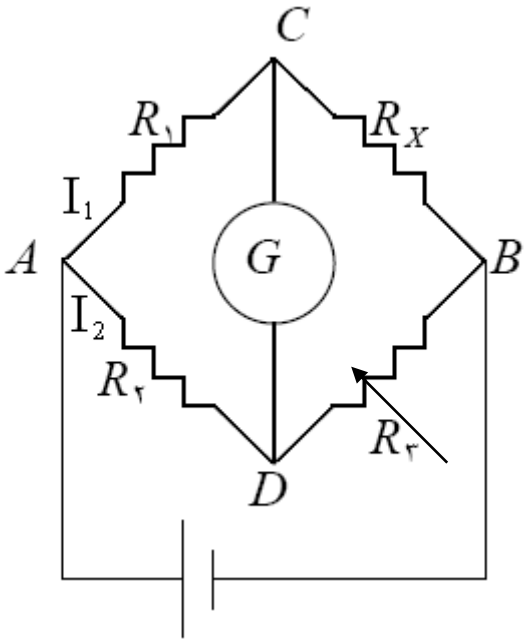
٥. سیم های رابط

۶. ولت متر

۷. آمپر متر

شرح کار:

شکل مدار پل وتسون مانند شکل زیر است :



دو سر مقاومت های R1 و R2 به هم وصل است . بنابراین ، این دو مقاومت در سر A دارای پتانسیل یکسانی هستند . و همچنین دو سر مقاومت های R3 و Rx نیز در B به هم متصل هستند . بنابر این ، این دو مقاومت نیز در سر B دارای پتانسیل یکسانی هستند .

مقاومت R3 یک مقاومت متغیر (رئوستا) بوده و Rx نیز مقاومت مجهول ما میباشد .

اگر با کم و زیاد کردن مقاومت متغیر (R3) ، عددی که گالوانومتر نشان میدهد صفر شود ، میتوان نتیجه گرفت که در پتانسیل در نقاط C و D برابر میباشد و اختلاف پتانسیل بین این دو نقطه برابر صفر شده است . پس R1 با Rx و همچنین R2 با R3 متوالی میشوند . (میدانیم که در مقاومتهایی که بصورت متوالی بسته میشوند ، جریان های برابری عبور میکند .)

از VC = VD و همچنین از اینکه پتانسیل دو مقاومت R1 و R2 برابر است ، میتوان نتیجه گرفت که اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت های R1 و R2 برابر است . یعنی :

$$I \quad \boxed{VAC = VAD}$$

و همچنین از VC = VD و از اینکه پتانسیل دو مقاومت R3 و Rx برابر است، میتوان نتیجه گرفت که اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت های R3 و Rx نیز با هم برابر است . یعنی

$$\boxed{VBC = VBD} \quad : \quad II$$

با توجه به قانون اهم، روابط زیر را داریم :

$$V_{AC} = I_1 * R_1 \qquad V_{BC} = I_1 * R_X$$
$$V_{AD} = I_2 * R_2 \qquad V_{BD} = I_2 * R_3$$

و با توجه به روابط I و II، میتوانیم به این نتیجه برسیم که :

$$I_1 * R_1 = I_2 * R_2 \qquad \text{و} \qquad I_1 * R_X = I_2 * R_3$$

که با تقسیم این دو رابطه به هم، $\frac{R_3}{R_2} = \frac{R_X}{R_1}$ و از آنجا داریم :

$$\boxed{R_X = \frac{R_3}{R_2} * R_1}$$

اندازه مقاومت مجهول

تنها کافیست که با تغییر مقاومت متغیر، جریان گذرنده از گالوانومتر را صفر کنیم و سپس میزان مقاومت متغیر را بدست آوریم .

خروجی آزمایش :

$$\begin{cases} R_1 = 5\ \Omega \\ R_2 = 10\ \Omega \end{cases}$$

معلو

در اینجا ، با تغییر دادن مقاومت متغیر ، جریان گذرنده از گالوانومتر تقریبا برابر صفر شده است . سپس مقدار مقاومت متغیر را اندازه میگیریم .

V (V)	I (A)
1.00	0.02
2.00	0.04
3.00	0.06

در اینجا با دادن ولتاژ مشخص به مقاومت متغیر ، شدت جریان عبوری از آن را اندازه گیری میکنیم . با توجه به قانون اهم و رابطه $R = \frac{V}{I}$ میتوان برای هر جفت داده ولتاژ و شدت جریان ، یک مقاومت بدست آورد . در آخر ، متوسط مقاومت ها ، مقاومت کل ما را مشخص میکند .

مقاومت متغیر

$$R_3 = \frac{V}{I} = \frac{1}{0.02} = \frac{2}{0.04} = \frac{3}{0.06} = 50\Omega$$

$$\boxed{R_X = \frac{R_3}{R_2} * R_1 = \frac{50}{10} * 5 = 25\Omega}$$

آزمایش شماره ۵ (پل تار)

shimiomd

هدف آزمایش :

هدف از این آزمایش نیز مانند آزمایش پل وتسون ، به دست آوردن مقاومت مجهول است .

موارد مصرفی :

۱. مولد

۲. گالوانومتر

۳. سیم های رابط

٤. مقاومت متغیر

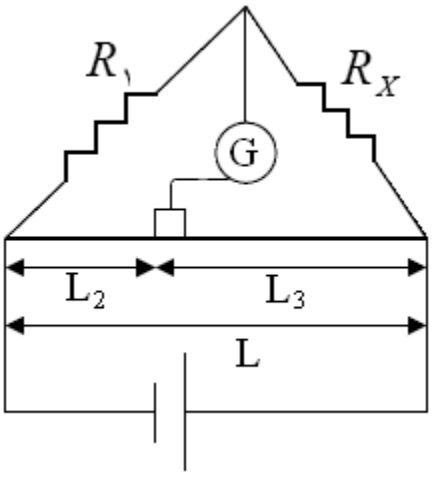
۵. مقاومت مجهول

٦. ولت متر

۷. آمپر متر

شرح کار :

شکل مدار پل تار ، مانند شکل زیر است :



طرز کار پل تار ، همانند پل وتسون (آزمایش شماره ٤) میباشد . با این تفاوت که در پل تار ، به جای استفاده از مقاومت های R2 و R3 ، از یک سیم L استفاده کرده ایم که به جای نسبت $\frac{R_3}{R_2}$ میتوان از نسبت طول آنها ، یعنی $\frac{L_3}{L_2}$ استفاده کرد. در واقع سیم L به دو قسمت شده است که مقاومت هر تکه از سیم از رابطه $R = \rho * \frac{L}{A}$ بدست می آید که در آن ρ ثابت ویژه مقاومت و L طول سیم و A نیز سطح مقطع سیم میباشد که در اینجا چون L2 و L3 از یک جنس و از یک نوع میباشند ، بنابراین A و ρ برای هر دو آنها یکی میباشد . بنابراین وقتی نسبت اندازه مقاومت این دو تکه سیم را مینویسیم ، این نسبت ، به نسبت طول دو سیم تبدیل میشود .

ولتاژ منبع را روی عدد خاصی قرار میدهیم و مقاومت متغیر (در اینجا R1) را آنقدر تغییر میدهیم تا میزان جریان عبوری از گالوانومتر برابر صفر شده و گالوانومتر عدد صفر را نمایش دهد . سپس مقدار مقاومت متغیر را بدست آورده و آنرا در رابطه زیر قرار میدهیم تا مقاومت مجهول بدست آید :

$$R_x = R_1 * \frac{L_3}{L_2}$$

خروجی آزمایش :

آزمایش شماره ٦ (اندازه گیری دمای رشته درون لامپ)

هدف آزمایش :

هدف از این آزمایش، همانطور که از اسمش پیداست، بدست آوردن دمای رشته های درون یک لامپ است .

موارد مصرفی :

١. یک عدد لامپ

٢. سیم های رابط

٣. مولد

٤. ولت متر

٥. آمپر متر

٦. دما سنج

٧. –

شرح کار :

در این آزمایش باید دمای رشته های درون لامپ را به دست آوریم که این کار را توسط رابطه $R_2 = R_1(1+\alpha\Delta\theta)$ انجام میدهیم . که در آن α مقاومت ویژه، R1 مقاومت رشته های درون لامپ قبل از روشن کردن، R2 نیز مقاومت رشته های درون لامپ بعد از روشن کردن آن و $\Delta\theta$ نیز تغییرات دما میباشد که داریم :

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

که در آن، $\theta 1$ دمای رشته های درون لامپ قبل از روشن کردن بوده که برابر دمای محیط است و $\theta 2$ نیز دمای رشته های درون لامپ بعد از روشن کردن آن میباشد .

برای این کار ، ابتدا دمای محیط را اندازه میگیریم . سپس مقاومت لامپ خاموش را بدست آورده و α نیز مشخص است .

لامپ را به ولتاژ های مشخصی متصل میکنیم تا جریان عبوری از لامپ بدست آید . با این کار ، میتوان مقاومت رشته های درون لامپ روشن را بدست آورد .

سرانجام داده های مساله را وارد رابطه میکنیم تا جواب مساله که همان $\theta 2$ یا دمای رشته های درون لامپ است به دست آید .

خروجی آزمایش :

معلومات مساله :
$$\begin{cases} R_1 = 3.1\Omega \\ \theta_1 = 25°C \\ \alpha = 0.045 \end{cases}$$

سپس لامپ را به ولتاژ های متفاوت وصل میکنیم تا جریان ها بدست آیند .

$$\begin{cases} V_1 = 3.5_V \rightarrow I_1 = 0.21_A \Rightarrow R = 16.66\Omega \\ V_2 = 4.5_V \rightarrow I_2 = 0.24_A \Rightarrow R = 18.75\Omega \\ V_3 = 5.5_V \rightarrow I_3 = 0.27_A \Rightarrow R = 20.37\Omega \end{cases}$$

مقاومت ها را از رابطه V=R*I (قانون اهم) بدست می آوریم و سپس مقاومت معادل را که معادل مجموع مقاومت های بدست آمده تقسیم بر تعداد دفعات آزمایش است را محاسبه میکنیم .

$$\Rightarrow R_2 = \frac{16.66 + 18.75 + 20.37}{3} = \frac{55.78}{3} = 18.59\Omega$$

$$R_2 = R_1(1 + \alpha\Delta\theta)$$
$$\Rightarrow 18.59 = 3.1(1 + 0.045\Delta\theta)$$
$$\Rightarrow \Delta\theta = 111.03°C$$
$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow \theta_2 = \Delta\theta + \theta_1 = 111.03 + 25$$
$$\boxed{\Rightarrow \theta_2 = 136.03°C}$$