بسم الله الرحمن الرحیم

راهنمای کاربری

بررسی عوامل موثر در مقاومت الکتریکی

فیزیک دانشگاهی

سخنی با مشتری

مشتری گرامی : از اینکه شرکت صنایع آموزشی را برای تجهیز آزمایشگاه خود انتخاب کرده اید سپاسگزاریم.

امید است ارائه این‌مجموعه بتواند در دستیابی به اهداف آموزشی شما کاربر گرامی موثر باشد.

خواهشمند است با ارائه نظرات خود از طریق صدای مشتری، در راستای نیل به اهداف آموزشی و بالا بردن کیفیت محصولات ما را یاری فرمایید.

صنایع آموزشی

ناشر:	شرکت صنایع آموزشی (متعلق به صندوق ذخیره فرهنگیان)
مؤلف:	نعمت ا... دوستی ـ بنت الهدی صادقی
طراح جلد، صفحه‌آرا:	سها همایی
نوبت چاپ و انتشار:	اول ۱۳۸۹
آماده‌سازی و نظارت بر چاپ:	سها همایی
نشانی:	تهران، جاده مخصوص کرج، بعدازکیلومتر ۷، بزرگراه آزادگان (به طرف جنوب)،خیابان دهم (قبل از پمپ بنزین) شهرک استقلال، بلوار دکترعبیدی، خیابان شهید جلال
صندوق پستی:	۳۷۹-۱۳۴۴۵
تلفن واحد فروش:	۷- ۴۴۵۴۵۲۹۵ (۰۲۱)
دورنگار:	۴۴۵۴۵۲۹۴ (۰۲۱)
صدای مشتری:	۴۴۵۴۵۴۳۹ (۰۲۱)
روابط عمومی:	۴۴۵۴۵۴۸۵ (۰۲۱)
سایت اینترنتی:	www@eei-co.com
پست الکترونیکی:	info@eei-co.com

«کلیه حقوق تألیف و انتشار برای شرکت صنایع آموزشی محفوظ است»

فهرست مطالب

مقدمه	۵
فصل یکم : معرفی و شرح استفاده از مجموعه آموزشی	۶
۱ـ۱ـ روش ارزیابی سالم بودن قطعات	۶
۱ـ۲ـ ضوابط بهداشت و ایمنی	۶
۱ـ۳ـ ضوابط سرویس و نگهداری	۶
فصل دوم : شرح کاربرد مجموعه در فرایند آموزش	۷
۲ـ۱ـ تئوری آزمایش	۷
۲ـ۲ـ وسایل لازم	۸
۲ـ۳ـ شرح آزمایش	۸
۲ـ۴ـ محاسبه خط با استفاده از مشتقات جزئی	۱۱
۲ـ۵ـ تصحیح ارقام کمیت اندازه گیری شده به وسیله خطای آن	۱۳

صنایع آموزشی

مقدمه

انجام کار عملی و آزمایشگاهی و نقش آن در تفهیم مفاهیم آموزشی بر کسی پوشیده نیست. تجربه نشان داده است که چه بسا دانشجویان بسیاری هستندکه آزمون‌های مختلفی را در دوران تحصیل خویش پشت سر می‌گذارند ولی در هنگام مواجهه با موضوعات روزمره در محیط کار و زندگی از مطالب فرا گرفته شده نمی‌توانندااستفاده کنند. به عبارت دیگر مفهوم های علمی در ذهن آنها به خوبی شکل نگرفته است.

یکی از علت‌های مهم پیشرفت کشورهای توسعه یافته نوع نگرش این کشورها به نقش آزمایشگاه و کار تجربی می‌باشد و این موضوع در استفاده گسترده وسایل آموزشی در مقاطع مختلف تحصیلی این کشورها کاملاًمشهود است.

گروه فیزیک شرکت صنایع آموزشی با توجه به اهمیت نقش و جایگاه آموزش علمی (مفاهیم علمی) در توسعه کشور و در راستای اهداف آموزش عمیق مفاهیم فیزیک، بر انگیختن حس جستجوگری در دانشجویان و ترویج فرهنگ کار گروهی در بین آنها اقدام به طراحی و تولید تجهیزات آزمایشگاهی در سطح دانشگاه نموده است.

در راستای نیل به این هدف و نیاز مراکز آموزش عالی این شرکت توانسته است با استفاده از تیم‌های تخصصی و کارشناسی و تجربه اساتید دانشگاه و مؤلفین کتب دانشگاهی مجموعه کاملی را در ساخت و تجهیز آزمایشگاه‌های فیزیک پایه (مکانیک، حرارت، الکتریسیته و مغناطیس) ارایه نموده است. این مجموعه‌ها بر اساس مطالب درسی کتاب‌های جامع آموزش فیزیک دانشگاهی طراحی و تولید شده است، که منطبق با سرفصل‌های آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری می‌باشد.

از اساتید وکاربران گرامی خواهشمندیم تجارب خود را در رابطه با بهینه‌سازی تجهیزات و دستورکار مجموعه با شرکت صنایع آموزشی ـ دپارتمان فیزیک مکاتبه و یا به سایت شرکت مراجعه نمایند.

در پایان از همکارانی که ما را در این امر یاری کردند، کمال تشکر را داریم.

فصل یکم: معرفی و شرح استفاده از مجموعه آموزشی

۱ـ۱ـ روش ارزیابی سالم بودن قطعات

به کمک یک اهم مترمقاومت بین ترمینال‌های سیم‌ها را اندازه‌گیری کنید چنانچه ارتباط بین ترمینال‌ها برقرار و اهم‌متر عددی را نشان دهد حاکی از سالم بودن مجموعه می‌کند.

۱ـ۲ـ ضوابط بهداشت و ایمنی

به دلیل کوچک بودن مقاومت اکثر سیم‌ها از اعمال ولتاژهای بالا به دو سر سیم خودداری کنید. توصیه می‌شود حداکثر ولتاژ اعمالی به سیم‌ها ۰/۲ ولت باشد. برای این کار از یک مقاومت احتیاطی یا رئوستا می‌توان استفاده کرد. فایده دیگر استفاده از مقاومت احتیاطی آن است که چون مقاومت با دما تغییر می‌کند و اعمال ولتاژ کم تغییرات ناچیزی در مقاومت سیم‌ها به وجود می‌آورد لذا با دقت بیشتری مقاومت سیم‌ها به دست می‌آید.

۱ـ۳ـ ضوابط سرویس و نگهداری

چنانچه به هر دلیلی اتصال بین سیم‌ها و ترمینال‌ها برقرار نبود جهت رفع عیب با این شرکت تماس حاصل فرمایید در صورت قطع سیم‌ها به دلیل به کارگیری ولتاژ نامناسب جهت تعمیر به شرکت مراجعه فرمایید.

فصل دوم: شرح کاربرد مجموعه در فرایند آموزش

۲ـ۱ـ تئوری:

فرض کنید دو میله کاملا مشابه از نظر هندسی در اختیار داریم. هرگاه سرهای هریک از دو میله را به اختلاف پتانسیل یکسانی وصل کنیم، جریان‌های حاصل در آن‌ها بسیار متفاوت خواهد بود. مشخصه‌ای از رسانا که در اینجا دخالت می‌کند مقاومت آن است. با برقراری اختلاف پتانسیل V میان دو نقطه از رسانا، اندازه‌گیری I و تقسیم آن‌ها بر هم، مقدار مقاومت یعنی $R = \frac{V}{I}$ به دست می‌آید.

به هر مقاومتی یک مقاومت ویژه (ρ) وابسته است. این مقاومت ویژه بیشتر مشخصه ماده است تا مشخصه نمونه خاصی از آن.

ρ برای مواد همسانگرد با رابطه زیر تعریف می‌شود : $$\rho = \frac{E}{j} \qquad (۱)$$

از طرفی برای یک استوانه به مساحت مقطع A و طول l که از آن جریان پایای I (با برقراری اختلاف پتانسیل V بین دو سر آن) می‌گذرد داریم :

$$E = \frac{V}{l} \quad , \quad j = \frac{V}{A} \qquad (۲)$$

با استفاده از روابط (۱) و (۲) خواهیم داشت :

$$\rho = \frac{E}{j} = \frac{V/l}{I/A} \qquad (۳)$$

بنابراین $$R = \rho \frac{l}{A} \qquad (۴)$$

V، I و R کمیت های ماکروسکوپیکی هستند که برای یک جسم خاص یا یک ناحیه گسترده به کار می‌روند اما E،j و ρ کمیت های میکروسکوپیک نظیر آن‌ها بوده و در هر نقطه از جسم مقادیری دارند. هنگام اندازه‌گیری‌های الکتریکی روی اجسام رسانای واقعی، کمیت‌های V،I و R در درجه اول اهمیت قرار دارند. این‌ها کمیت‌هایی هستند که روی دستگاه‌های اندازه‌گیری خوانده می‌شوند.

مقاومت ویژه و به تبع آن مقاومت هر جسم تابع دما بوده و در محدوده مشخصی از دما، از رابطه تجربی زیر به دست می‌آید :

$$\rho = \rho_{\circ}[۱ + \overline{\alpha}(t - t_{\circ})] \qquad (۵)$$

که در آن $\rho_{\circ}$، $t_{\circ}$ مقادیر مقاومت ویژه و دما در صفر درجه و α ضریب دمایی متوسط مقاومت ویژه در محدوده دمایی مورد نظر است.

۲ـ۲ـ وسایل مورد نیاز:

۱ـ منبع تغذیه

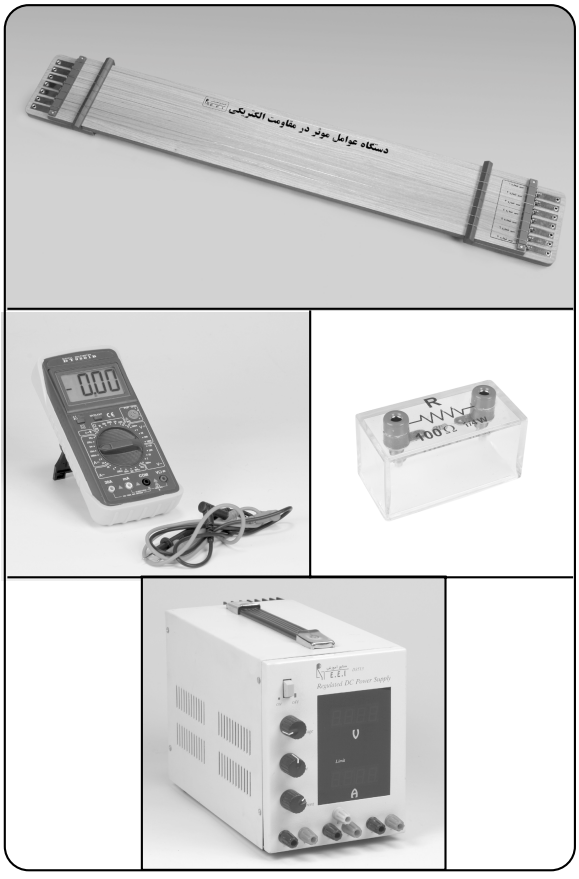
۲ـ برد دستگاه (شامل سیم‌های متفاوت با طول یکسان و مقاطع متفاوت)

۳ـ آمپرسنج

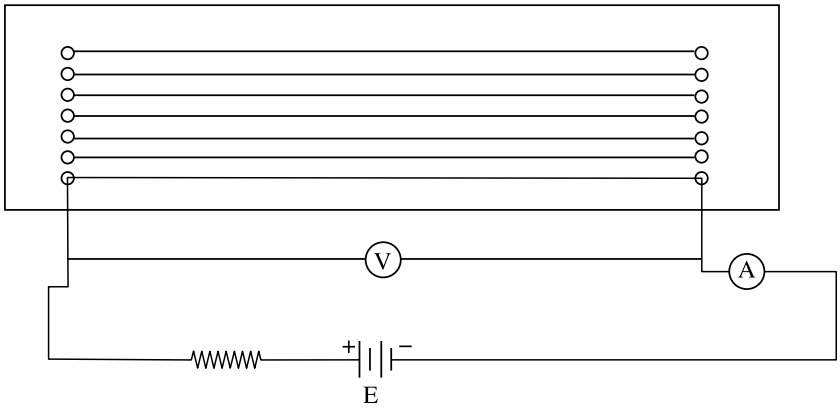
۴ـ ولت‌سنج

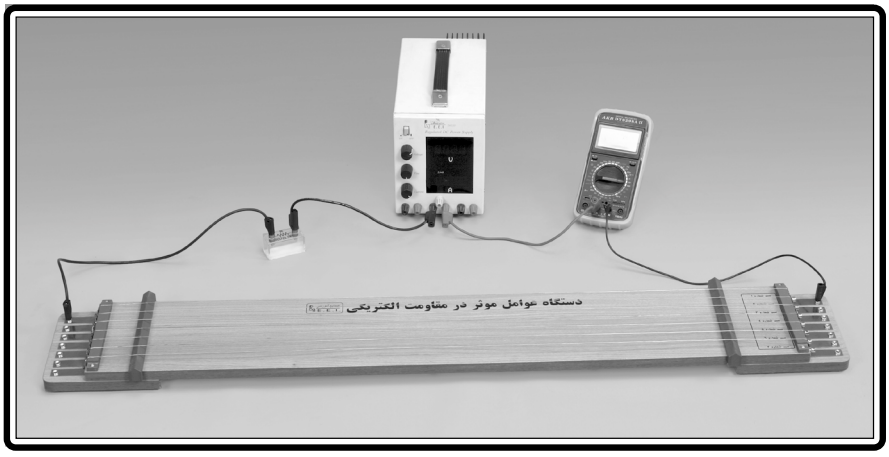
۵ـ مقاومت احتیاطی

۶ـ سیم‌های رابط



۲ـ۳ـ شرح آزمایش:





شکل (۱)

آزمایش ـ ۱ : ابتدا با ریز سنج موجود قطر تمام سیم‌ها (طول رساناها cm ۱۰۰ است) را اندازه بگیرید و آن را در جدول (۱) یادداشت کنید. مداری مانند شکل (۱) ببندید. ولتاژ منبع تغذیه را روی $1V$ قرار دهید. شدت جریان مدار و اختلاف پتانسیل دو سر هریک از سیم‌ها را اندازه‌گیری و در جدول (۱) یادداشت نمایید. با استفاده از رابطه $R = \frac{V}{I}$ ، مقاومت الکتریکی تمام سیم‌ها را محاسبه نموده و در جدول (۱) درج کنید. مقاومت ویژه سیم‌ها را به دست آورید و با هم مقایسه کنید. در مورد نتیجه بحث کنید.

تذکر : با تنظیم ولوم منبع تغذیه اختلاف پتانسیل دو سر هر سیم (عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد) همواره کمتر از ۰/۲ ولت باشد.

جدول (۱)

ردیف	طول (Cm)	قطر مقطع	V	I	مقاومت (R)	مقاومت ویژه (ρ)
۱						
۲						
۳						
۴						
۵						
۶						
۷						
۸						

آزمایش ـ ۲ : یک سر سیم‌های با قطر یکسان و مقاومت یکسان را به یکدیگر متصل کرده (به صورت متوالی) و از دو سر دیگر آن جریان عبور دهید. اختلاف پتانسیل در سر ورودی و خروجی و همچنین جریان مدار را یادداشت و مقاومت سیم با طول جدید را محاسبه و یادداشت کنید.

مقاومت معادل را محاسبه کنید و آن را با مقداری که از آزمایش بدست آورده‌اید مقایسه و در مورد نتیجه بحث کنید.

آزمایش ـ ۳ : دو سیم با قطر مقطع یکسان را به طور موازی ببندید. آزمایش بالا را در این حالت تکرار کنید. در این حالت، مقطع سیم در مقابل جریان دو برابر مقطع قبلی است. با استفاده از رابطه $R = \frac{V}{I}$ مقاومت معادل را به دست آورید و آن را با مقداری که از تئوری به دست می‌آورید مقایسه و در مورد نتیجه بحث کنید.

سئوال:

۱ـ با استفاده از روابط $R = R_۱ + R_۲$ و $\frac{۱}{R} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲}$ واطلاعات جدول (۱)، مقاومت معادل مقاومت‌های متوالی و موازی را محاسبه و با مقادیر به دست آمده از آزمایش‌های ۲ و ۳ مقایسه کنید.

۲ـ برای یک حالت از هر آزمایش، خطای مقاومت محاسبه شده را با استفاده از روش دیفرانسیل لگاریتمی به دست آورده و آن‌ها را تصحیح ارقام نمایید.

۲ـ۴ـ محاسبه خطا با استفاده از مشتقات جزیی

تابع Z که تابعی از دو متغیر x و y می‌باشند به صورت $z = f(x,y)$ در نظر می‌گیریم. مشتق جزیی Z بر حسب x و یا y را به صورت $\frac{\partial z}{\partial x}$ و $\frac{\partial z}{\partial y}$ در نظر می‌گیرند. در موقع محاسبه $\frac{\partial z}{\partial x}$ (مشتق جزیی z نسبت به x)، y را ثابت گرفته و مشتق z را نسبت به x به دست می‌آوریم و به همین طریق برای محاسبه $\frac{\partial z}{\partial y}$ (مشتق جزیی z نسبت به y)، x را ثابت فرض کرده و مشتق z را نسبت به y به دست می‌آوریم. دیفرانسیل تابع فوق به صورت زیر نوشته می‌شود :

$$dz = \frac{\partial z}{\partial x}dx + \frac{\partial z}{\partial y}dy$$

$$\frac{\partial z}{\partial x} = f'_x(x,y) \quad ; \quad \frac{\partial z}{\partial y} = f'_y(x,y)$$

$$dz = f'_x(x,y) + dx = f'_y(x,y)\,dy \qquad (۶)$$

برای محاسبه خطای تابع z ، از طرفین رابطه دیفرانسیل می‌گیریم تا رابطه (۶) حاصل شود. سپس با تبدیل $dx \to \Delta x$ و $dy \to \Delta y$ و $d)dz \to \Delta z$ را تبدیل به Δ می‌کنیم چون dx یک کمیت ریاضی و Δx یک کمیت فیزیکی قابل اندازه‌گیری می‌باشد)، رابطه (۶) به صورت زیر حاصل می‌شود : $\Delta z = f'_x \Delta x + f'_y \Delta y$ (۷)

Δz مقدار خطای مطلق و $\frac{\Delta z}{z}$ را خطای نسبی z گویند.

گاهی می‌توانیم برای راحتی کار از طرفین تابع دیفرانسیل لگاریتمی بگیریم، یعنی ابتدا لگاریتم گرفته و سپس دیفرانسیل آن را حساب کنیم. روش کار به این صورت است :

$$z = f(x,y)$$

$$\log z = \log f(x,y)$$

$$\frac{dz}{z} = \frac{df(x,y)}{f(x,y)} = \frac{f'_x(x,y)dx + f'_y(x,y)}{f(x,y)}$$

$$\left|\frac{\Delta z}{z}\right| = \left|\frac{f'_x(x,y)}{f(x,y)}\right| \Delta x + \left|\frac{f'_y(x,y)}{f(x,y)}\right| \Delta y$$

که خطای نسبی $\frac{\Delta z}{z}$ و خطای مطلق Δz قابل محاسبه است.

واضح است که دو روش فوق برای محاسبه خطا، به نتیجه یکسان منجر می‌شود. پس می‌توانیم با توجه به شکل تابع، برای سهولت محاسبات، روش مناسب را برگزینیم.

مثال : خطای مطلق و نسبی تابع $z = \frac{ax^۲ + by^۲}{xy^۲}$ را پیدا کنید.

برای این کار از طرفین رابطه دیفرانسیل لگاریتمی می‌گیریم :

$$\log z = \log(ax^۲ + by^۲) - \log x - \log y^۲$$

$$\frac{dz}{z} = \frac{۲axdx + ۲bydy}{ax^۲ + by^۲} - \frac{dx}{x} - \frac{۲dy}{y}$$

$$\frac{dz}{z} = \left|\frac{۲ax}{ax^۲ + by^۲} - \frac{۱}{x}\right|\Delta x + \left|\frac{۲by}{ax^۲ + by^۲} - \frac{۲}{y}\right|\Delta y$$

چون جهت خطا مشخص نیست، پس قدر مطلق ضرایب Δx و Δy را در نظر می‌گیریم تا حداکثر خطا به دست آید. چنان که ملاحظه می‌شود، گاهی استفاده از دیفرانسیل لگاریتمی برای محاسبه خطا، حجم محاسبات را کمتر می‌کند.

۲ـ۵ـ تصحیح ارقام کمیت اندازه‌گیری شده به وسیله خطای آن

فرض کنیم در اندازه‌گیری طول جسمی به وسیله خط‌کشی که تا یک میلی‌متر مندرج است. عدد ۴/۷ میلی‌متر را تخمین بزنیم. طول این جسم را با اسباب اندازه‌گیری دقیق‌تری، مثلا ریز سنج که تا ۰/۰۱ میلی‌متر دقت دارد، اندازه‌گیری می‌کنیم که عدد ۴/۶۸ میلی‌متر به دست می‌آید. در اندازه‌گیری اول طول جسم که عدد ۴/۷ میلی‌متر به دست آمد، می‌گوییم طول جسم با دو رقم معنی‌دار به دست آمده است. رقم ۴، رقم مطمئن و رقم ۷، رقم مشکوک است. زیرا در اندازه‌گیری طول جسم با ریزسنج که دقیق‌تر است،عدد ۴/۶۸ میلی‌متر به دست آمده است یعنی به جای ۰/۷ باید ۰/۶۸ را در نظر بگیریم. به همین طریق در آزمایش دوم، طول جسم با سه رقم با معنی که دو رقم ۴ و ۶ ، رقم‌های مطمئن و رقم ۸، رقم مشکوک می‌باشد (زیرا در مورد دقت ریز سنج است) به دست آمده است.

درآزمایشی که $n = ۱/۵۱۶۳$ و$\Delta n = ۰/۰۱$ محاسبه شود n را به صورت $n = ۱/۵۲ \mp ۰/۰۱$ تصحیح می‌کنیم که دو رقم ۱و ۵ رقم‌های مطمئن و رقم۲ مشکوک است. زیرا درمرز دقت اندازه‌گیری یعنی ۰/۰۱می‌باشد و درواقع۰/۰۱۶ بوده که به ۰/۰۲ گرد کرده‌ایم. بنابر این مقدار n را تا ۰/۰۱ که دقت اندازه‌گیری است گرد می‌کنیم.