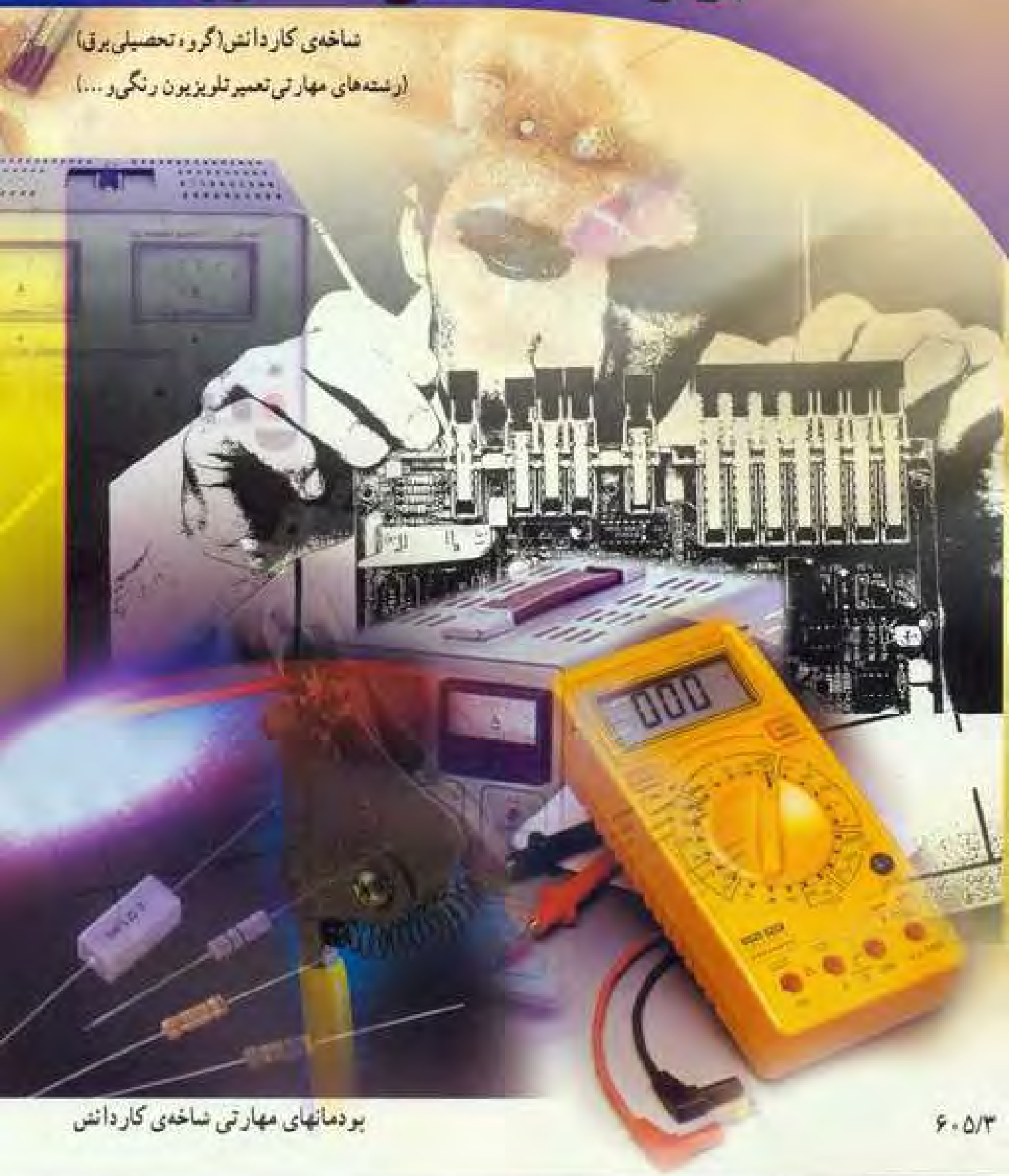
جمهوری اسلامی ایران

ابزار مقدماتی الکترونیک

شاخه‌ی کاردانش (گروه تحصیلی برق)

(رشته‌های مهارتی تعمیر تلویزیون رنگی و ...)



بودمانهای مهارتی شاخه‌ی کاردانش

۶۰۵/۳

بسم الله الرحمن الرحیم

ابزار مقدماتی الکترونیک

شاخه: کاردانش

زمینه: صنعت

گروه تحصیلی: برق

زیر گروه: الکترونیک

رشته‌های مهارتی: تعمیر تلویزیون رنگی، الکترونیک صنعتی، کاربری کنترل‌کننده‌های منطقی (PLC)، تعمیر ماشین‌های اداری، تعمیر کار عمومی کامپیوتر

شماره‌ی رشته‌های مهارتی: ۳۰۷ـ۳۰۳ـ۱۰ـ۱، (۳۰۵، ۳۰۳، ۳۰۲، ۳۰۱) ۱۰۲ـ۱۰ـ۱

کد رایانه‌ای رشته‌ی مهارتی: ۹۳۸۱ـ۹۳۸۲ـ۹۵۲۵ـ۹۷۸۴ـ۹۷۵۰

نام استاندارد مهارتی مبنا: الکترونیک کار عمومی

کد استاندارد متولی: ۵۱/۱۱ ــ ۸ و ۷۴

شماره‌ی درس: ۸۳۱۴/۱، ۸۳۱۵/۱

۴۲۱ ظریان، فتح الله

۳۸۱/ ابزار مقدماتی الکترونیک / مؤلف: فتح الله ظریان؛ ویراستار فنی: مهندس سید محمود صموتی. ــ تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۸۲.

۵۰۲۸ ۱۲۲ص.: مصور. ــ (آماده‌ی کاردانش؛ شماره‌ی درسی ۸۳۱۴/۱، ۸۳۱۵/۱)

الف ۵۱۲ ن/ متون درسی شاخه‌ی کاردانش، زمینه‌ی صنعت، گروه برق، زیرگروه الکترونیک، رشته‌ی مهارتی تعمیر تلویزیون رنگی.

۱۳۸۲ برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی درسی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۱. ابزار و وسایل الکترونیکی. الف. صموتی، محمود، ویراستار. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر برنامه‌ریزی درسی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ج. عنوان.

۱۳۸۲

همکاران محترم و فراگیران عزیز:

پیشنهادات و نظرات سازنده خود را درباره‌ی محتوای این کتاب به نشانی: تهران ـ جاده مخصوص کرج، بعد از کیلومتر ۷، ابتدای بزرگراه آزادگان به سمت جنوب، شرکت صنایع آموزشی، تلفن: ۴۵۲۲۴۴۲ صندوق پستی شماره ۳۷۹ ـ ۱۳۲۲۵ دورنگار: ۴۵۰۳۷۷۰ ارسال فرمایند.

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی و تحریر و نظارت بر تألیف: دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزشهای فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب: ابزار ملدسازی الکتریکی ـ ۶۰۵۳

مؤلف: فتح الله نظریان

ویراستار فنی: مهندس سیدمحمود حسینی

ویراستار ادبی: ماهدخت نظیفی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ: اداره‌ی کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی

رسام: فتح الله نظریان

صفحه‌آرا: مریم نصرتی

طرح جلد: علیرضا رضایی کرد

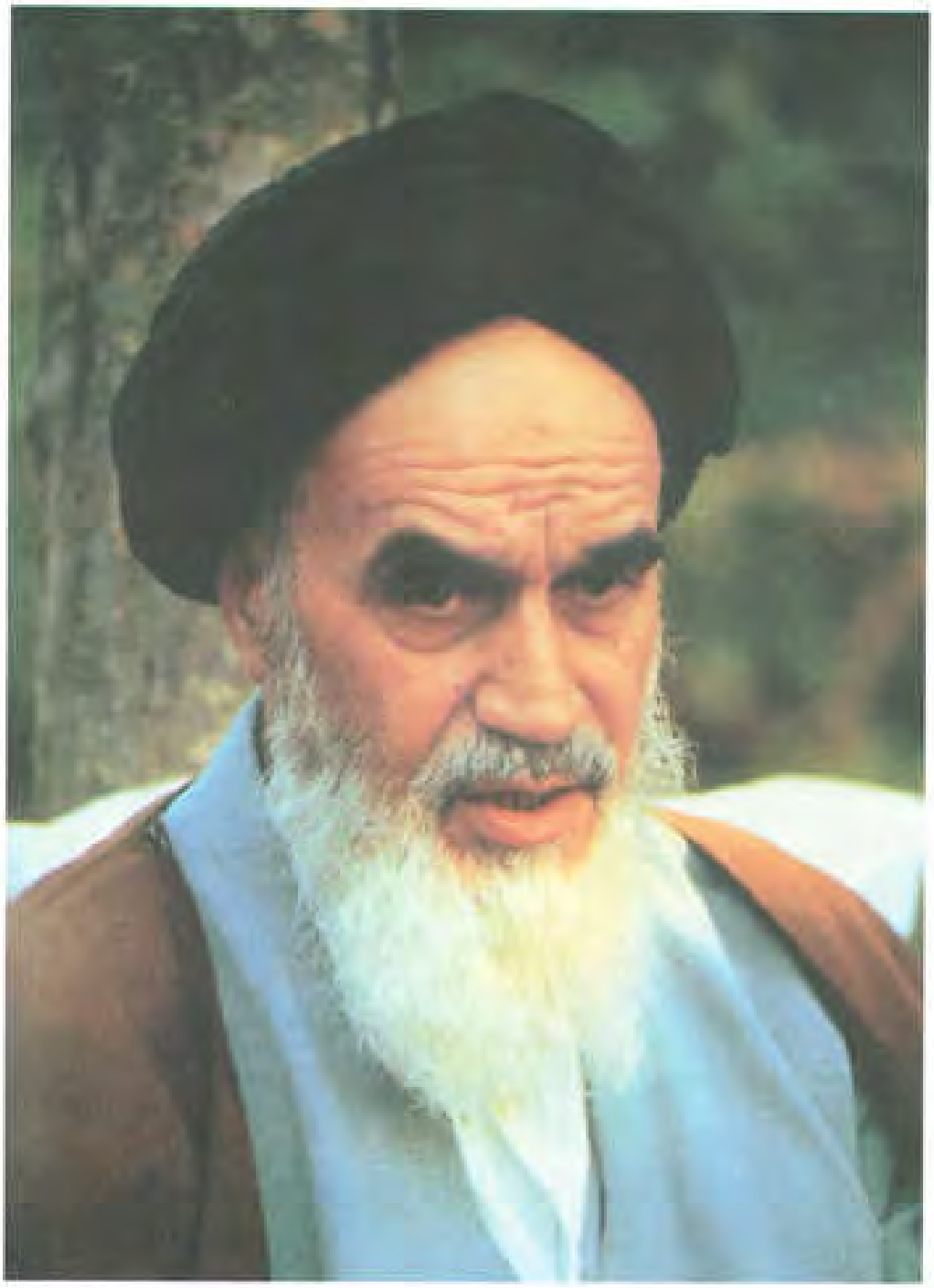
ناشر: شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش)

چاپخانه: کاریون

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۸۴

حق چاپ محفوظ است

شابک ۲-۱۲۱۹-۰۵-۹۶۴ ISBN 964-05-1219-2



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید. از نیروی انسانی، ایمانی خودتان، غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»

مقدمه‌ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های پودمانی

برنامه‌ریزی تألیف «پودمان‌های مهارت» یا «کتاب‌های تخصصی شاخه کار دانش» بر مبنای استانداردهای کتاب «مجموعه برنامه‌های درسی رشته‌های مهارتی شاخه کار دانش، مجموعه ششم» صورت گرفته است. براین اساس ابتدا توانایی‌های هم‌خانواده (Harmonic Power) مورد مطالعه و بررسی قرارگرفته است. سپس مجموعه مهارت‌های هم‌خانواده به صورت واحدهای کار تحت عنوان (Unit) دسته‌بندی می‌شوند. در نهایت واحدهای کار هم خانواده با هم مجدداً دسته‌بندی شده و پودمان مهارتی (Module) را شکل می‌دهند.

دسته‌بندی «توانایی‌ها» و «واحدهای کار» توسط کمیسیون‌های تخصصی با یک نگرش علمی انجام شده است به گونه‌ای که یک سیستم پویا بر برنامه‌ریزی و تألیف پودمان‌های مهارت نظارت دائمی دارد.

به منظور آشنایی هر چه بیشتر مربیان، هنرآموزان و هنرجویان شاخه کاردانش و سایر علاقه‌مندان و دست‌اندرکاران آموزش‌های مهارتی با روش تدوین، «پودمان‌های مهارت»، توصیه می‌شود الگوهای ارائه شده در نمون برگ‌های شماره (۱)، (۲) و (۳) مورد بررسی قرار گیرد. در ارائه دسته‌بندی‌ها، زمان مورد نیاز برای آموزش آن‌ها نیز تعیین می‌گردد، با روش مذکور یک «پودمان» به عنوان کتاب درسی مورد تأیید وزارت آموزش و پرورش در «شاخه کاردانش» چاپ سنباری می‌شود.

به‌طور کلی هر استاندارد مهارت به تعدادی پودمان مهارت (M_1 و M_2 و ...) و هر پودمان نیز به تعدادی واحد کار (U_1 و U_2 و ...) و هر واحد کار نیز به تعدادی توانایی ویژه (P_1 و P_2 و ...) تقسیم می‌شوند. نمون برگ شماره (۱) برای دسته‌بندی توانایی‌ها به‌کار می‌رود. در این نمون برگ مشاهده می‌کنیم که در هر واحد کار چه نوع توانایی‌هایی وجود دارد. در نمون برگ شماره (۲) واحدهای کار مرتبط با پودمان و در نمون برگ شماره (۳) اطلاعات کامل مربوط به هر پودمان درج شده است. بدیهی است هنرآموزان و هنرجویان ارجمند شاخه کاردانش و کلیه عزیزانی که در امر توسعه آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند، می‌توانند ما را در غنای کیفی پودمان‌ها که برای توسعه آموزش‌های مهارتی تدوین شده است رهنمون و یاور باشند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های
فنی و حرفه‌ای و کاردانش

پیشگفتار

حمد و ستایش پروردگاری را که جای جای هستی را با آیات و جلوه‌های خویش پیراست، تا صاحبان خرد در آن اندیشه کنند.

هنرآموزان گرامی و فراگیران عزیز:

کتابی که اینک پیش رو دارید، یکی از کتاب‌های درسی نظام جدید آموزشی در شاخه کاردانش، زمینه صنعت می‌باشد که به کوشش شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش) تألیف و چاپ شده است. این شرکت در سال ۱۳۵۴ با هدف طراحی، تولید و تأمین تجهیزات آموزشی، کمک آموزشی، آزمایشگاهی و کارگاهی برای تمام مقاطع تحصیلی (از پیش‌دبستانی تا دانشگاه) تأسیس شده است. مهمترین رسالت شرکت، حمایت و پشتیبانی همه جانبه از آموزش کشور می‌باشد. از این رو از آغاز تأسیس تاکنون همواره با بهره‌گیری از آخرین دستاوردها و فناوری‌های کشورهای پیشرفته صنعتی اقدام به تولید بسیاری از تجهیزات آموزشی برای کلاس‌ها، آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌های مراکز آموزشی نموده است.

یکی دیگر از خدمات شرکت، همکاری با سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش برای تألیف و چاپ کتاب‌های درسی می‌باشد. در تألیف این کتاب پیشکسوتان و صاحب‌نظران آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و مهارتی در نهایت صمیمیت، شرکت را یاری داده‌اند تا کتابی آسان، روان و خودآموز تهیه و در اختیار فراگیران قرار داده شود. شیوه نگارش این کتاب منطبق با شیوه آموزش مهارت پودمانی (Modular) می‌باشد. این شیوه آموزش مهارت، هم‌اکنون در بسیاری از کشورهای پیشرفته صنعتی در حال اجرا می‌باشد.

امید است مدیران محترم مراکز آموزشی با تمام توان در جهت اجرای هر چه بهتر این شیوه نوین آموزش مهارت همت گمارند تا بتوانیم به کلیه اهداف آموزشی کتاب جامعه عمل بپوشانیم. با دستیابی به این اهداف آموزشی است که فراگیران عزیز می‌توانند در زمره صنعتگران خلاق و کارآفرین کشور عزیزمان قرار گیرند.

شرکت صنایع آموزشی
واحد تحقیقات و طرح و برنامه

مقدمه

جهان پر رمز و رازی که ما در آن به سر می‌بریم آمیزه‌ای از ذرات خرد است؛ چنان خرد که برای مشاهدهٔ آن‌ها، انسان به ساخت ابزارهای بسیار پیچیده همت گماشته است. اما این ذرات علیرغم کوچکی‌شان عامل اساسی تحولاتی عظیم‌اند. تحولاتی که بینش انسان را در عصر کنونی به‌کلی دگرگون ساخته است.

از جمله مهمترین این ذرات، الکترون است که اساس علم الکترونیک بر آن استوار است؛ علمی که با اطمینان می‌توان آن را سرآغاز جهانی تازه دانست با فصلی متفاوت از آن‌چه تا قبل از آن در عرصه تولید عرضه می‌شد. امروزه بخصوص، الکترونیک تمام جنبه‌های زندگی بشر از ساده‌ترین وسایل بازی و زندگی تا پیچیده‌ترین قطعات سازنده تیربرگاه‌های اتمی و ابزار سفر به دوردست‌های کهکشان‌ها را دربرمی‌گیرد.

علم الکترونیک از همان آغاز پیدایش خود، دنیایی از شگفتی، هنر تحرک و زیبایی آفرید و عرصهٔ این شگفتی را وسعت بخشید. امروزه نیز این روند با روز افزون همچنان پویا و شتابان به راه خویش می‌رود.

دروازه ورود به جهان شگفت و پرشتاب الکترونیک، آشنایی با ساختمان اتم است. این آشنایی البته به شناخت اجزای تشکیل‌دهنده اتم و ساختمان ظاهری آن محدود می‌شود. در واقع عملکرد و نحوهٔ رفتار این ذرات است که در الکترونیک مورد توجه قرار می‌گیرد. مفاهیمی از قبیل مقاومت، خازن، مدار، چگونگی حرکت الکترون که سبب پیدایش بارهای الکتریکی می‌شود، عایق‌ها و هادی و انواع الکتریسیته از موضوعاتی است که الکترونیک به آن‌ها می‌پردازد. بخش دیگری که کاربرد مهمی در علم الکترونیک دارد، شناخت دستگاه‌های اندازه‌گیری مثل اهم‌متر، ولت‌متر، آمپرمتر برای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی، عیب‌یابی مدارها و در صورت لزوم تعمیر آن‌هاست. انواع منابع تغذیه و طرز کار با آن‌ها نیز از دیگر موضوعاتی است که در این پودمان فرا می‌گیرید و با انجام آزمایش و کارهای عملی که در پایان آزمون‌ها به آن‌ها خواهید پرداخت مهارت لازم را در زمینه اهداف پودمان کسب خواهید کرد.

امید که این پودمان بتواند راهگشای مناسبی برای به‌دست آوردن مهارت‌های گسترده‌تر در زمینه علم الکترونیک برای همهٔ علاقمندان باشد.

مؤلف

فهرست مطالب

مقدمه

واحد کار اول: کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری ۱
پیش‌آزمون (۱) ۴
اندازه‌گیری مقاومت، ولتاژ و جریان در مدار جریان مستقیم ۵
۱ـ۱ـ آشنایی با اصول الکتریسیته ساکن ۵
۱ـ۱ـ۱ـ ساختمان اتم ۵
۱ـ۱ـ۲ـ هادی‌ها و عایق‌ها ۷
۱ـ۱ـ۳ـ بارهای الکتریکی ۸
۱ـ۲ـ آشنایی با جریان مستقیم ۱۰
۱ـ۲ـ۱ـ جریان مستقیم ۱۰
۱ـ۲ـ۲ـ روش‌های تولید جریان مستقیم ۱۰
۱ـ۲ـ۳ـ اختلاف پتانسیل (ولتاژ) ۱۱
۱ـ۲ـ۴ـ آزمایش شماره (۱) ۱۳
۱ـ۲ـ۵ـ جریان الکتریکی ۱۷
۱ـ۲ـ۶ـ آزمایش شماره (۲) ۱۸
۱ـ۲ـ۷ـ مقاومت ۲۱
۱ـ۲ـ۸ـ انواع مقاومت ۲۲

۹ـ۲ـ۱ـ آزمایش شماره (۳) ۳۰
۱۰ـ۲ـ۱ـ ساختمان پل ولتا ۳۵
۱۱ـ۲ـ۱ـ آزمایش شماره (۴) ۳۶
۱۲ـ۲ـ۱ـ انواع پیل ۴۰
۱۳ـ۲ـ۱ـ تولید الکتریسیته به کمک انرژی حرارتی ۴۴
۱۴ـ۲ـ۱ـ آزمایش شماره (۵) ۴۶
۱۵ـ۲ـ۱ـ تولید الکتریسیته به کمک انرژی نور ۴۹
۱۶ـ۲ـ۱ـ آزمایش شماره (۶) ۵۰
۳ـ۱ـ منبع تغذیه ۵۳
۱ـ۳ـ۱ـ آشنایی با منبع تغذیه ۵۳
۲ـ۳ـ۱ـ آزمایش شماره (۷) ۵۲
۴ـ۱ـ قانون اهم ۵۷
۱ـ۴ـ۱ـ بررسی قانون اهم ۵۷
۲ـ۴ـ۱ـ آزمایش شماره (۸) ۵۹
۵ـ۱ـ توان و انرژی در جریان مستقیم ۶۳
۱ـ۵ـ۱ـ توان الکتریکی ۶۳
۲ـ۵ـ۱ـ انرژی الکتریکی ۶۴
۶ـ۱ـ آشنایی با مدارهای الکتریکی ۶۵
۱ـ۶ـ۱ـ مدارهای باز و بسته و قوانین حاکم بر آن‌ها ۶۵
۲ـ۶ـ۱ـ کلیدهای قطع و وصل ۶۶
۷ـ۱ـ ساختمان داخلی دستگاه‌های اندازه‌گیری ۶۸
۱ـ۷ـ۱ـ ساختمان داخلی گالوانومتر ۶۸
۲ـ۷ـ۱ـ ساختمان داخلی ولت‌متر DC ۶۹
۳ـ۷ـ۱ـ ساختمان داخلی آمپرمتر DC ۷۲
۴ـ۷ـ۱ـ ساختمان داخلی اهم‌متر ۷۳
۸ـ۱ـ آزمون عملی پایانی (۱) ۷۵
پرسش و تمرین (۱) ۷۵

واحد کار دوم: ابزار کار در الکترونیک ۷۷
پیش‌آزمون (۲) ۷۸
نحوه‌ی استفاده از ابزار کار در الکترونیک ۸۰
۱ـ۲ـ پیچ‌گوشتی ۸۰
۲ـ۲ـ سیم‌پیچ ۸۲
۳ـ۲ـ انبردست ۸۲

۴ـ۲ـ سیم لخت‌کن ۸۳
۵ـ۲ـ کار عملی شماره (۱) ۸۶
۶ـ۲ـ دم‌باریک ۸۸
۷ـ۲ـ کار عملی شماره (۲) ۸۹
۸ـ۲ـ دم‌گرد ۹۰
۹ـ۲ـ دم‌تخت ۹۱
۱۰ـ۲ـ کار عملی شماره (۳) ۹۲
۱۱ـ۲ـ پیچ‌گوشتی تنظیم ۹۴
۱۲ـ۲ـ فازمتر ۹۵
۱۳ـ۲ـ آزمون عملی پایانی (۲) ۹۷
پرسش و تمرین (۲) ۹۷

واحد کار سوم: لحیم‌کاری ۹۸
پیش‌آزمون (۳) ۹۹
لحیم‌کاری ۱۰۲
۱ـ۳ـ مقدمه ۱۰۲
۲ـ۳ـ لحیم ۱۰۲
۳ـ۳ـ روغن لحیم‌کاری ۱۰۴
۴ـ۳ـ بررسی عمل اتصال در لحیم‌کاری ۱۰۶
۵ـ۳ـ زاویه رطوبت لحیم ۱۰۶
۶ـ۳ـ وسایل لحیم‌کاری ۱۰۷
۷ـ۳ـ طرز لحیم‌کاری ۱۱۰
۸ـ۳ـ کار عملی شماره (۱) ۱۱۷
۹ـ۳ـ آزمون عملی پایانی (۳) ۱۲۰
پرسش و تمرین (۳) ۱۲۰
منابع مورد استفاده ۱۲۲

هدف کلی پودمان

آشنایی با اصول الکتریسته ساکن و جاری و قوانین حاکم بر آن‌ها
توانایی به‌کارگیری ابزار کار در الکترونیک
اجرای لحیم کاری
کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری

واحد	عنوان توانایی	شماره توانایی	ساعت نظری	ساعت عملی	جمع
۱	توانایی اندازه‌گیری مقاومت، ولتاژ و جریان در مدار جریان مستقیم و متناوب یک فاز	۱	۸	۸	۱۶
	توانایی استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری به‌منظور اندازه‌گیری ولتاژ جریان و مقاومت اهمی	۷	۴	۶	۱۰
۲	توانایی به‌کارگیری ابزار کار در الکترونیک	۲	۴	۴	۸
۳	توانایی انجام عمل لحیم‌کاری	۳	۴	۶	۱۰
	جمع کل		۲۰	۲۲	۴۲

واحد کار اول

کار با دستگاه‌های اندازه‌گیری

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که:

۱ـ ساختمان اتم، مفهوم بارهای الکتریکی، هادی‌ها و عایق‌ها را تشریح کند.
۲ـ الکتریسیته ساکن و جاری را شرح دهد.
۳ـ فرق بین الکتریسیته جاری و ساکن را بیان کند.
۴ـ انواع روش‌های تولید الکتریسیته جاری را به‌طور کامل شرح دهد.
۵ـ مفهوم اختلاف پتانسیل، جریان الکتریکی و مقاومت الکتریکی را شرح دهد.
۶ـ چگونگی خواندن مقدار ولتاژ، جریان و مقاومت اهمی را توضیح دهد.
۷ـ مقدار مقاومت اُهمی همراه با تولرانس، مقاومت‌های اهمی با کدهای رنگی را تعیین کند
۸ـ طریقهٔ استفاده از اُوومتر را شرح دهد.
۹ـ نحوهٔ اندازه‌گیری جریان، ولتاژ و مقاومت اهمی را شرح دهد.
۱۰ـ نحوه انتخاب حوزهٔ کار (رنج) مناسب برای اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت اهمی را توضیح دهد.
۱۱ـ ساختمان پیل ولتا را شرح دهد.
۱۲ـ تولید الکتریسیته با استفاده از پیل ولتا را عملاً آزمایش کند.
۱۳ـ انواع باطری را از یک‌دیگر تفکیک کند.
۱۴ـ باطری‌های قابل شارژ و غیرقابل شارژ را از یکدیگر تشخیص دهد.
۱۵ـ نحوه تولید الکتریسیته به کمک انرژی حرارتی را عملاً آزمایش کند.
۱۶ـ نحوه تولید الکتریسیته به کمک انرژی نورانی را عملاً آزمایش کند.
۱۷ـ نحوه کار یک دستگاه منبع تغذیه DC را شرح دهد.
۱۸ـ ولتاژ و جریان خروجی یک منبع تغذیه DC را تنظیم کند.
۱۹ـ قانون اُهم را تعریف کند.
۲۰ـ قانون اهم را عملاً آزمایش کند.
۲۱ـ مسایل مربوط به قانون اُهم را حل کند.
۲۲ـ مدار الکتریکی را تعریف کند.
۲۳ـ مفهوم باز و بسته بودن مدار را شرح دهد.
۲۴ـ ساختمان گالوانومتر را توضیح دهد.
۲۵ـ چگونگی ساخت ولت‌متر، آمپرمتر و اُهم‌متر را با استفاده از گالوانومتر شرح دهد.

پیش‌آزمون (۱)

۱ـ درساختمان اتم کدام ذرّهٔ باردار نیست؟

الف) □ نوترون　　ب) □ پروتون　　ج) □ الکترون　　د) □ الف و ب

۲ـ پیل‌های لیتیوم چند ولتی هستند؟

الف) □ ۱/۲　　ب) □ ۱/۵　　ج) □ ۳　　د) □ ۶

۳ـ باطری‌های ۱/۵ ولت کوچک (مخصوص ساعت مچی) معمولاً از کدام نوع پیل ساخته می‌شوند؟

الف) □ آلکالین　　ب) □ روی ـ کربن　　ج) □ لیتیوم　　د) □ اکسید نقره

۴ـ کدام نوع باطری قابل شارژ است؟

الف) □ روی ـ کربن　　ب) □ اکسید نقره　　ج) □ نیکل کادمیوم　　د) □ هرسه مورد

۵ـ در مدارهای الکتریکی آمپرمتر به‌صورت ..... و ولت‌متر به‌صورت ..... قرار می‌گیرد.

الف) □ سری ـ سری　　ب) □ سری ـ موازی　　ج) □ موازی ـ سری　　د) □ موازی ـ موازی

۶ـ واحد انرژی ..... و واحد توان ..... است.

الف) □ ژول ـ وات　　ب) □ وات ـ ژول　　ج) □ کیلوولت ـ وات　　د) □ وات ـ وات

۷ـ مقدار مقاومت مقابل کدام است؟

الف) □ ۴۷۰Ω ± ٪۲۰　　ب) □ ۴۷۰Ω ± ٪۱۰

ج) □ ۴۷۰MΩ ± ٪۲۰　　د) □ ۴۷۰MΩ ± ٪۱۰

۸ـ پیل‌های اولیه قابل شارژ ..... و پیل‌های ثانویه قابل شارژ .....

الف) □ هستند ـ نیستند　　ب) □ هستند ـ هستند　　ج) □ نیستند ـ نیستند　　د) □ نیستند ـ هستند

۹ـ مزیّت باطری‌های آلکالین بر باطری‌های روی ـ کربن کدام است؟

الف) □ حجم کمتر　　ب) □ ولتاژ بیشتر

ج) □ جریان دو تا ۵ برابر　　د) □ جریان‌دهی تا صد برابر

۱۰ـ مقاومت معادل شکل مقابل چند اُهم است؟

قهوه‌ای　قرمز　قرمز　قرمز

الف) □ ۲۲۰۰Ω ± ٪۱۰　　ب) □ ۲۲۰Ω ± ٪۱۰

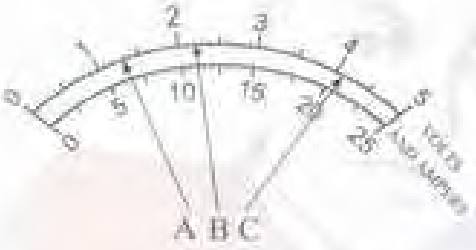
ج) □ ۲۲۰۰Ω ± ٪۵　　د) □ ۲۲۰Ω ± ٪۵

۱۱ـ در شکل مقابل، رنج آمپرمتر روی ۱ mA قرار گرفته است. عقربهٔ میلی‌آمپرمتر چند میلی‌آمپر را نشان می‌دهد؟ به‌طور کامل شرح دهید.

۱۲ـ در شکل مقابل، عقربهٔ آووِمتر، چند ولت را نشان می‌دهد؟ مراحل محاسبات را شرح دهید.

۱۳ـ در شکل مقابل، رنج کلید ولت‌متر روی ۲۵۰ قرار دارد. عقربه در وضعیت A و B و C هر بار چند ولت را نشان می‌دهد؟ به‌طور کامل شرح دهید.

۱۴ـ در شکل مقابل، رنج میلی‌آمپرمتر روی ۱mA قرار دارد. عقربه در وضعیت A ، B و C هر بار چه‌مقدار را نشان می‌دهد؟ مراحل محاسبات را به‌طور کامل شرح دهید.



۱۵ـ کنتور برق کدام کمیت الکتریکی را اندازه می‌گیرد؟ واحد این کمیت چیست؟

نکات ایمنی فصل اول

۱ــ هنگام جابه‌جایی دستگاه‌های اندازه‌گیری در آزمایشگاه، مواظب باشید که دستگاه از دست شما نیفتد یا ضربه‌ای به آن وارد نشود، زیرا دستگاه‌های اندازه‌گیری بسیار حساس هستند و کوچکترین ضربه ممکن است برای همیشه خراب شوند.

۲ــ قبل از وصل دستگاه به برق شهر، حتماً دقت کنید که دستگاه موردنظر برای کار با ولتاژ برق در ایران (۲۲۰ ولت) ساخته شده باشد.

۳ــ هنگام ساخت پیل ولتا، مواظب باشید که اسیدسولفوریک روی میز، دست، یا لباس نریزد.

۴ــ برای تعویض رنج ولت‌متر، آمپرمتر یا اُهم‌متر، کلید سلکتور را خیلی آرام بچرخانید.

۵ــ در صورتی که هنگام اندازه‌گیری ولتاژ یا جریان، حدود مقدار مورد اندازه‌گیری را نمی‌دانید، رنج ولت‌متر یا آمپرمتر را قبل از اتصال به مدار در حداکثر مقدار خود قرار دهید سپس آن را به مدار وصل کنید.

۶ــ هنگام وصل ولتاژ یا جریان به ولت‌متر یا آمپرمتر، حتماً به قطب‌های مثبت و منفی ولتاژ یا جریان توجه کنید. زیرا در غیراین‌صورت عقربه دستگاه پس می‌زند و احتمال خرابی در آن وجود دارد.

۷ــ هنگام اندازه‌گیری مقاومت اهمی، به هیچ وجه مقاومت را با دست به اهم‌متر متصل نکنید زیرا مقاومت دست یا بدن شما با مقاومت مورد اندازه‌گیری موازی شده و مقدار نشان داده شده توسط اهم‌متر دارای خطا خواهد شد. برای این کار، مانند شکل مقابل از سیم‌های گیره‌دار استفاده کنید.

۸ــ هنگام استفاده از چراغ الکلی، فندک، مشعل یا وسایل مشابه برای گرم کردن ترموکوپل، با رعایت احتیاط و به‌کارگیری نکات ایمنی از بروز آتش‌سوزی جلوگیری کنید.

۱ـ۱ـ آشنایی با اصول الکتریسیته ساکن

هوایی که تنفس می‌کنیم، یک قطره آب، یک قطعه فلز و هر آن‌چه در طبیعت وجود دارد برخلاف تفاوت‌های ظاهری بسیاری که دارند همه و همه از ذرات ریزی تشکیل می‌شوند. این ذرات ملکول نامیده می‌شوند (شکل ۱ـ۱).

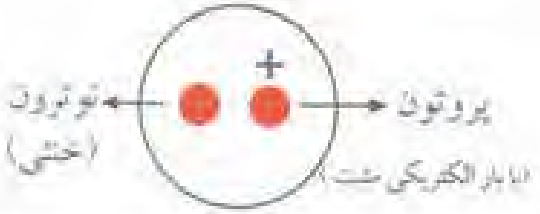
شکل ۱ـ۱ـ مواد از ذرات بسیار ریزی به نام ملکول تشکیل می‌شوند.

ملکول‌ها خود از ذرات ریزتری ساخته می‌شوند. این ذرات اتم نام دارند. اتم چنان که از نامش پیداست قابل تقسیم به ذرّه کوچک‌تری نیست. (شکل ۲ـ۱) امّا از قسمت‌های مختلفی تشکیل می‌شود.

شکل ۲ـ۱ـ یک ملکول از ذرات ریزتری به نام اتم تشکیل می‌شود.

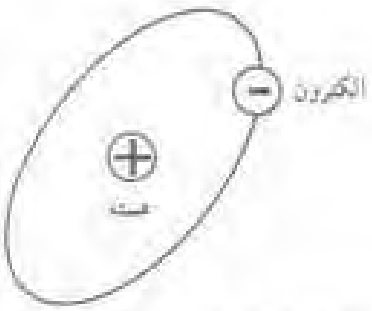
۱ـ۱ـ۱ـ ساختمان اتم: هر اتم شامل هسته در مرکز و اربیتال در اطراف هسته است.

ـ هسته: در هستهٔ اتم دو نوع ذرّه وجود دارد. پروتون که حامل بار مثبت است و نوترون که از نظر الکتریکی خنثی است یعنی حامل بارالکتریکی نیست (شکل ۳ـ۱).



شکل ۳ـ۱ـ هسته اتم دارای دو نوع ذرّه است پروتون با بار مثبت و نوترون که از نظر الکتریکی خنثی است.

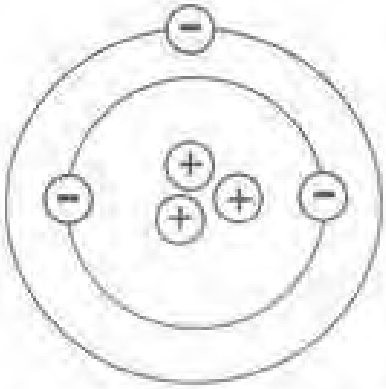
ـ اوربیتال: در اطراف هستهٔ اتم لایه‌های کم و بیش بیضوی شکل قرار دارند. این لایه‌ها اربیتال نامیده می‌شوند. ذرات بسیار ریزی به نام الکترون در درون اربیتال‌ها و به همراه اربیتال دوران می‌کنند. الکترون حامل بار منفی است و جرم بسیار کمی دارد. چنین تصوری از یک اتم را مدل «بور ـ رادرفورد» می‌نامند. این مدل در شکل ۴ـ۱ نشان داده شده است.



شکل ۴ـ۱ـ اتم هیدروژن با مدل «بور ـ رادرفورد»

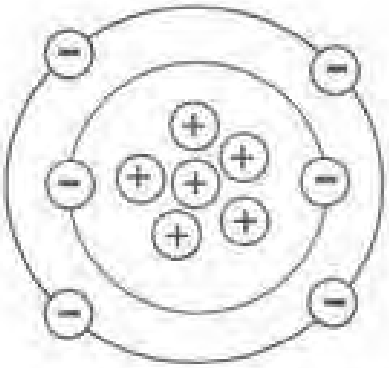
ذراتی که به آن‌ها اشاره شد بنای اصلی مواد را تشکیل می‌دهند. در هر اتم بار مثبت پروتون‌ها ازنظر مقدار، با بار منفی

الکترون‌ها برابر است. در اتم لیتیوم ۳ پروتون و ۳ الکترون وجود دارد. در حالت عادی یک اتم از نظر بار الکتریکی خنثی است زیرا به یک اندازه پروتون و الکترون دارد.



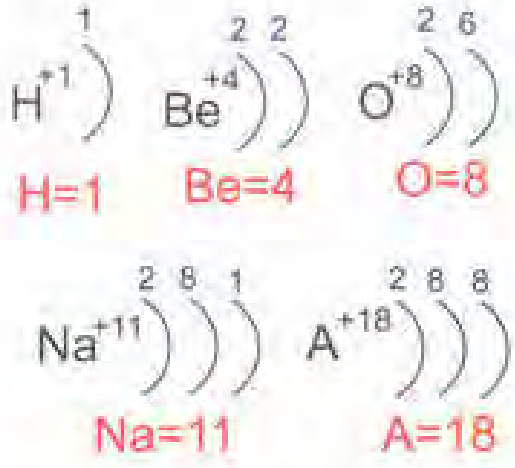
شکل ۵ـ۱ـ اتم لیتیوم دارای سه الکترون و سه پروتون است.

تعداد پروتون‌های موجود در هستهٔ اتم هر ماده مشخص کننده عدد اتمی آن ماده است. عدد اتمی کربن ۶ است زیرا ۶ پروتون و ۶ الکترون دارد (شکل ۶ـ۱). وزن کل هسته که شامل وزن پروتون‌ها و نوترون‌ها است را وزن اتمی می‌گویند.



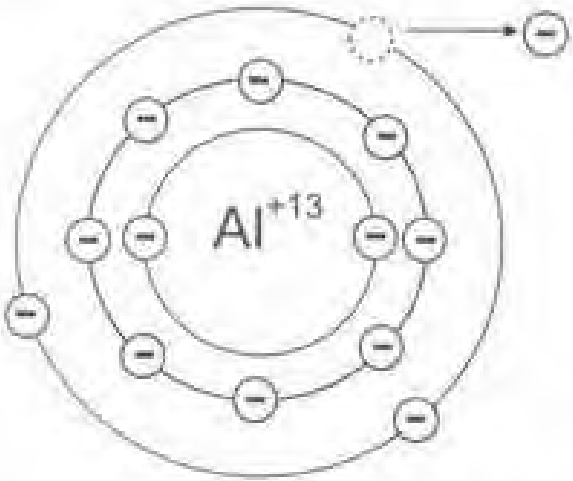
شکل ۶ـ۱ـ عدد اتمی کربن برابر ۶ است زیرا ۶ عدد پروتون و ۶ عدد الکترون دارد.

اربیتال‌ها از خارجی‌ترین لایه یعنی دورترین لایه به هسته شمارش می‌شوند. حداکثر تعداد الکترون‌های موجود در هر لایه نیز ثابت است. خارجی‌ترین لایه که اولین لایه شمرده می‌شود تا ۲، دومین تا ۸، سومین تا ۱۸ و چهارمین تا ۳۲ الکترون را در خود جای می‌دهد. وقتی به هر علت تعداد الکترون‌های یک لایه افزایش می‌یابد آن لایه پس از پرکردن اربیتال‌های خود الکترون‌های اضافی را به لایهٔ بعدی می‌فرستد.



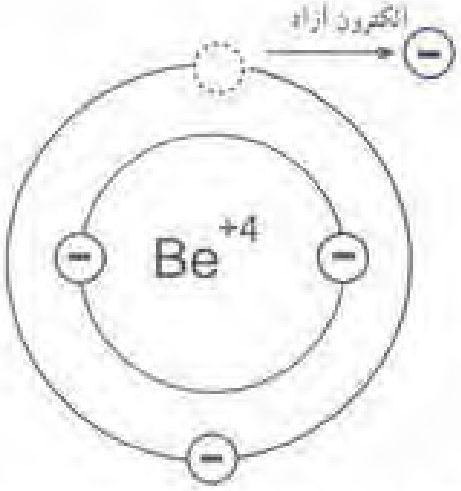
شکل ۷ـ۱ـ لایه‌های اتم بعضی از عناصر و عدد اتمی آن‌ها

همان‌طور که گفته شد اتم از نظر بار الکتریکی خنثی است یعنی در یک اتم تعداد بارهای الکتریکی مثبت (پروتون‌ها) و تعداد بارهای الکتریکی منفی (الکترون‌ها) با هم برابر است. حال اگر یک اتم به علت اعمال انرژی به آن الکترون از دست بدهد تعداد الکترون‌ها و به عبارت دیگر بار منفی آن کم می‌شود. در نتیجه تعادل بین بار مثبت و منفی اتم از بین می‌رود و اتم دارای بار مثبت می‌شود. برعکس اگر اتم الکترون دریافت کند تعداد الکترون‌ها و به عبارت دیگر بار منفی آن زیاد می‌شود. تعادل بین بار مثبت و منفی در اتم به هم می‌خورد و اتم دارای بار منفی می‌شود (شکل ۸ـ ۱).



شکل ۸ـ۱ـ اتم آلومینیوم با از دست دادن یک الکترون دارای بار الکتریکی مثبت شده است.

اگر یک الکترون از یک اتم جدا شود و به هیچ اتمی وابسته نباشد آن الکترون را الکترون آزاد می‌نامند (شکل ۹ـ۱). معمولاً الکترون‌ها از آخرین لایهٔ اتم که بیشترین فاصله را با هسته دارد جدا می‌شوند و در فعل و انفعالات شیمیایی شرکت می‌کنند.



شکل ۹ـ۱ـ اگر الکترونی از یک اتم جدا شود و به هیچ اتمی وابسته نباشد آن الکترون را الکترون آزاد می‌نامند.

۲ـ۱ـ۱ـ هادی‌ها و عایق‌ها: به‌طور کلی اجسام به سه دسته اصلی هادی‌ها، عایق‌ها و نیمه‌هادی‌ها تقسیم می‌شوند. برخی از مواد مانند مس، آلومینیوم و فلزات دیگر به راحتی جریان برق را از خود عبور می‌دهند. به این نوع اجسام **هادی** می‌گویند (شکل ۱۰ـ۱). به‌طور کلی اجسامی که الکترون آزاد زیادی دارند به راحتی جریان برق را از خود عبور می‌دهند. فلزات یک تا سه ظرفیتی که الکترون آزاد زیادی دارند هادی‌های بسیار خوبی به‌شمار می‌آیند.

شکل ۱۰ـ۱ـ سیم مسی به راحتی جریان برق را از خود عبور می‌دهد لذا هادی خوبی است.

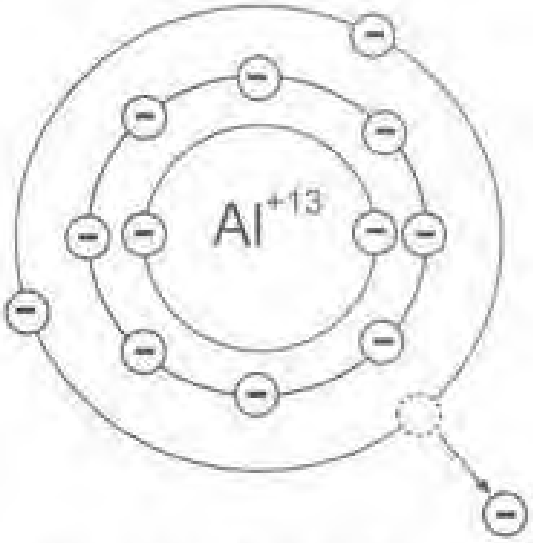
در مقابل، جامدهایی وجود دارند که جریان برق را به راحتی از خود عبور نمی‌دهند به این گونه اجسام عایق می‌گویند. شیشه، هوا، کائوچو و بعضی از انواع پلاستیک‌ها عایق هستند. در حقیقت تمامی اجسامی که الکترون آزاد بسیار کمی دارند عایق محسوب می‌شوند (شکل ۱۱ـ۱).

جوامدی مانند زرمانیوم و سیلیکون وجود دارند که هادی یا عایق خوبی نیستند. این مواد را ظرفیتی بوده و نیمه‌هادی نام دارند.

شکل ۱۱ـ۱ـ سیم از جنس پلاستیک جریان برق را به راحتی از خود عبور نمی‌دهد لذا عایق است.

۳ـ۱ـ۱ـ بارهای الکتریکی: همان‌طور که گفته شد اتم در حالت عادی از نظر بار الکتریکی خنثی است زیرا تعداد پروتون‌ها (بارهای الکتریکی مثبت) و الکترون‌ها (بارهای الکتریکی منفی) در آن با یکدیگر برابر است. حال اگر اتم یک الکترون از دست بدهد و یا یک الکترون اضافه بگیرد باردار می‌شود.

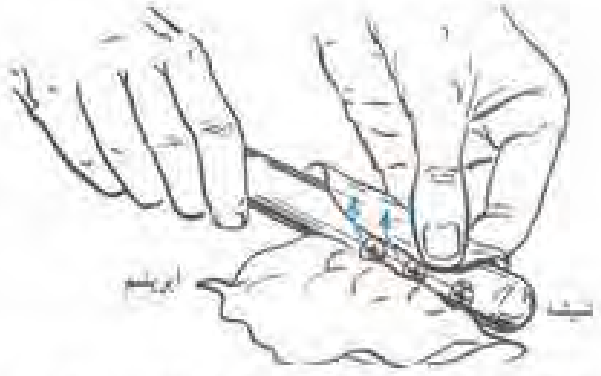
از دست دادن الکترون باعث ایجاد بار مثبت و دریافت الکترون باعث ایجاد بار منفی در اتم می‌شود. به اتمی که الکترون می‌گیرد یا از دست می‌دهد یون می‌گویند.



شکل ۱۲ـ۱ـ اتم آلومینیوم چون الکترون از دست داده است دارای بار الکتریکی مثبت است.

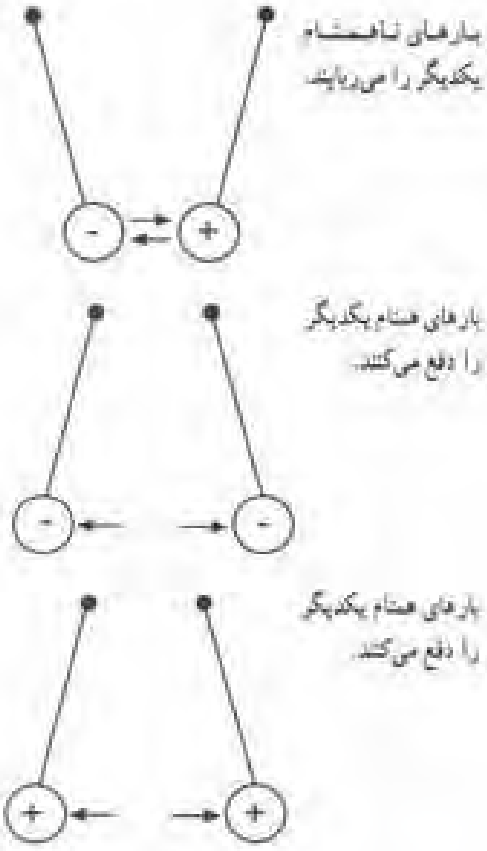
ـ روش‌های باردارکردن اتم

اجسام را به روش‌های مختلف می‌توان باردار کرد. یکی از مهمترین روش‌ها اصطکاک (مالش) و تماس است. به‌عنوان مثال اگر میله‌ای از جنس شیشه را با یک تکه ابریشم مالش دهیم میله شیشه‌ای به ابریشم الکترون می‌دهد و با از دست دادن الکترون دارای بار الکتریکی مثبت و پارچهٔ ابریشمی که الکترون دریافت کرده دارای بار الکتریکی منفی می‌شود.



شکل ۱۳ـ۱ـ اگر یک میلهٔ شیشه‌ای را با یک تکه ابریشم مالش دهیم، میله شیشه‌ای به ابریشم الکترون می‌دهد. بار الکتریکی ابریشم منفی و بار الکتریکی میله شیشه‌ای مثبت خواهد شد.

دو جسم باردار با بارهای همنام (هردو مثبت و یا هر دو منفی) یکدیگر را دفع می کنند و دو بار مخالف (غیرهمنام) یکدیگر را می‌ربایند. (شکل ۱۲ـ۱).



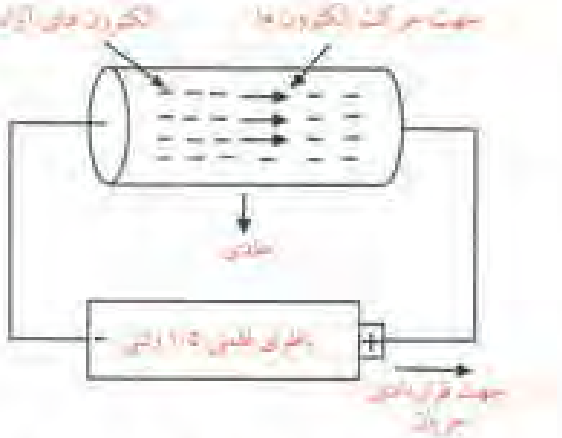
شکل ۱۲ـ۱

ـ انواع الکتریسیته

وقتی جسمی الکترون می گیرد یا الکترون از دست می‌دهد و باردار می‌شود می گوییم جسم دارای الکتریسیتهٔ ساکن است. واژهٔ الکتریسیته از نام یونانی الکترون به معنی کهربا گرفته شده است. این نوع الکتریسیته به سادگی بر اثر تماس و اصطکاک در اجسام القا می‌شود. هنگام راه رفتن روی فرش پشمی یا در دست گرفتن یک ظرف پلاستیکی الکتریسیته ساکن به سرعت در سطح بدن شما جا می گیرد. در واقع ما در جهان الکترون‌ها و در جهان الکتریسیته به سر می‌بریم و دائماً با آن در داد و ستد هستیم.

به‌طور کلی الکتریسیته بر دو نوع ساکن و جاری تقسیم می‌شود. الکتریسیته ساکن را در قسمت قبل توضیح داده‌ایم. در این قسمت به الکتریسیته جاری می‌پردازیم.

اگر بارهای الکتریکی (الکترون‌ها) در طول یک هادی جابه‌جا شوند می گوییم در مدار یا در طول هادی جریان برقرار است. همچنین اگر در یک مدار جریانی برقرار شود حتماً در آن مدار کار انجام خواهد شد. **بنابراین جابه‌جایی بارهای الکتریکی در واحد زمان را جریان الکتریکی می‌نامند و آن را با حرف I * نشان می‌دهد.**



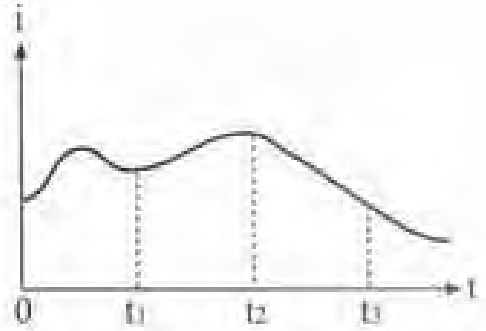
شکل ۱۵ـ۱ـ جابه‌جایی بارهای الکتریکی در طول یک هادی را جریان الکتریکی می‌نامند.

I = Intensity

۲ـ۱ـ آنشایی یا جریان مستقیم

۱ـ۲ـ۱ـ جریان مستقیم

ـ اگر بارهای الکتریکی در طول یک هادی به‌طور دائم و فقط در یک جهت جابه‌جا شوند، می‌گوییم در مدار یا در هادی جریان یک طرفه برقرار شده است. به‌عنوان مثال یک باتری همیشه جریان را در یک جهت در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌دهد. شکل ۱۶ـ۱ نمونه‌ای از جریان مستقیم یا یک طرفه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶ـ۱ـ نمونه‌ای از جریان مستقیم یا یک طرفه
در زمان‌های t_1، t_2 و t_3 جریان الکتریکی متفاوت است.

ـ اگر جابه‌جایی بارهای الکتریکی در یک هادی، ضمن این که همواره در یک جهت است مقدار آن نیز در زمان‌های مختلف ثابت بماند، جریان را ثابت یا مستقیم می‌نامند. در شکل ۱۷ـ۱ جریان ثابت (مستقیم) نشان داده شده است.

شکل ۱۷ـ۱ـ شکل جریان ثابت
در زمان‌های t_1، t_2 و t_3 جریان همواره ثابت است.

۲ـ۲ـ۱ـ روش‌های تولید جریان مستقیم: برای تولید جریان مستقیم یعنی به حرکت درآوردن بارهای الکتریکی در یک جهت در یک هادی روش‌های مختلفی وجود دارد که مهمترین آن‌ها در عمل عبارتند از:

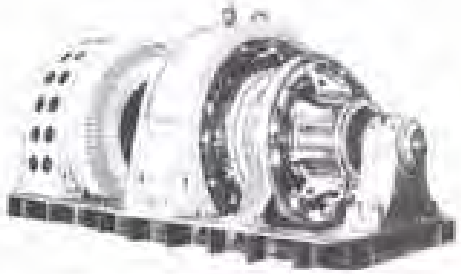
الف) روش شیمیایی مانند باتری‌ها (شکل ۱۸ـ۱)

در باتری انرژی به صورت شیمیایی ذخیره می‌شود. این انرژی در هنگام استفاده به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

شکل ۱۸ـ۱ـ یک باتری می‌تواند در یک
مدار جریان مستقیم تولید کند.

ب) استفاده از ژنراتورهای (مولدها) جریان مستقیم (شکل ۱۹ـ۱)

ژنراتور جریان مستقیم، انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی به ولتاژ مستقیم تبدیل می‌کند.



شکل ۱۹ـ۱ـ یک ژنراتور جریان مستقیم
می‌تواند ولتاژ و جریان مستقیم تولید کند.

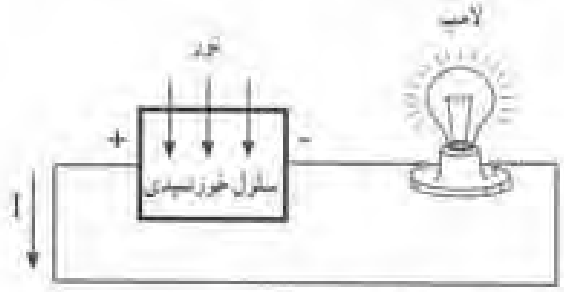
ج) یک طرفه کردن جریان‌های غیریک‌طرفه یا دوطرفه

جریان دوطرفه یا غیریک طرفه جریانی است که مقدار و جهت آن در هر دو سمت مثبت و منفی تغییر می‌کند. به کمک مدارهای یک‌سوساز می‌توان این جریان‌ها را به جریان مستقیم تبدیل کرد (شکل ۲۰ـ۱).

شکل ۲۰ـ۱ـ به کمک مدارات یکسوساز می‌توان جریان‌های غیریک‌طرفه (دوطرفه) را به جریان‌های مستقیم تبدیل کرد.

د) تبدیل انرژی نورانی

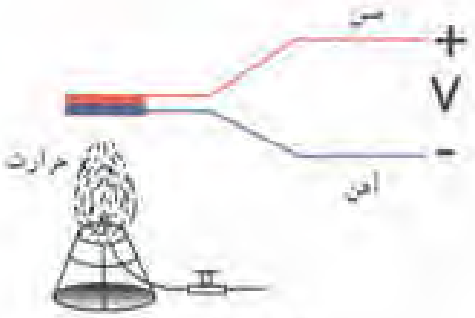
به کمک سلول‌های خورشیدی می‌توان انرژی نورانی مثلاً نور خورشید را به جریان مستقیم تبدیل کرد (شکل ۲۱ـ۲).



شکل ۲۱ـ۱ـ به کمک نور خورشید و سلول خورشیدی می‌توان جریان مستقیم تولید کرد.

هـ) تبدیل انرژی گرمایی

حرارت را می‌توان به کمک یک ترموکوپل[1] به جریان مستقیم تبدیل کرد (شکل ۲۲ـ۱).



شکل ۲۲ـ۱

۳ـ۲ـ۱ـ اختلاف پتانسیل (ولتاژ): یک جسم باردار که دارای بار الکتریکی مثبت است را درنظر بگیرید این جسم کمبود الکترون دارد لذا می‌خواهد از هر طریقی که مقدور باشد الکترون‌ها را به سمت خود جذب کند، پس دارای نیروی جاذبه است. می‌توان گفت دلیل وجود نیروی جاذبه، ذخیره شدن انرژی در جسم است. به این انرژی ذخیره شده «پتانسیل» می‌گویند. هنگامی که جسم دارای کمبود الکترون است می‌گوییم دارای پتانسیل مثبت است و آن را با علامت «+» نشان می‌دهیم.

اگر جسمی دارای الکترون‌های اضافی باشد بار الکتریکی آن منفی است. در این حالت چون جسم الکترون اضافی دارد می‌خواهد الکترون‌های اضافی خود را به جسمی که کمبود الکترون دارد بدهد.

شکل ۲۳ـ۱ـ جسم باردار دارای پتانسیل الکتریکی است.

۱ـ Thermocouple

پس این جسم نیز دارای انرژی است. به عبارت دیگر مقداری انرژی در جسم ذخیره شده است که می‌تواند الکترون اضافی را جذب و یا دفع کند. این انرژی نهفته در جسم را، انرژی پتانسیل می‌گویند.

جسمی که با از دست دادن الکترون باردار شده دارای پتانسیل مثبت و جسمی که با دریافت الکترون باردارشده دارای پتانسیل منفی است. پتانسیل مثبت را با (+) و پتانسیل منفی را با (-) نشان می‌دهند (شکل ۲۴ـ۱ـ الف)

شکل ۲۴ـ۱ـ الف ـ جسم باردار با بار الکتریکی منفی می‌خواهد الکترون‌های اضافی خود را به یک جسم باردار با بار الکتریکی مثبت انتقال دهد.

اختلاف این دو سطح انرژی، را اختلاف پتانسیل (ولتاژ) می‌نامند و معمولاً آن را با حرف E* و گاهی با V* نمایش می‌دهند.

شکل ۲۴ـ۱ـ ب

واحد اختلاف پتانسیل یا ولتاژ ولت است. واحدهای کوچک‌تر از ولت، میلی‌ولت برابر با یک هزارم ولت و میکروولت برابر با یک میلیونیم ولت می‌باشند. ولت را با حرف V و میلی را با حرف m و میکرو را با حرف μ نشان می‌دهند.

واحدهای بزرگ‌تر از ولت معمولاً کیلوولت است که معادل هزار ولت می‌باشد. کیلو را با حرف k نشان می‌دهند.

$$1mV = \frac{1}{1000}V = 10^{-3}V \quad , \quad 1V = 1000\,mV$$

$$1\mu V = \frac{1}{1000000}V = 10^{-6}V \quad , \quad 1V = 1000000\,\mu V$$

$$1kV = 1000V = 10^{3}V$$

اختلاف پتانسیل الکتریکی (ولتاژ) را با دستگاهی به‌نام ولت‌متر اندازه می‌گیرند. در شکل ۲۵ـ۱ یک نمونه ولت‌متر نشان داده شده است.

شکل ۲۵ـ۱ـ یک نمونه ولت‌متر

* E = Electromotive force
V = Voltage

۴ــ۲ــ۱ــ آزمایش شماره (۱)

مدت زمان انجام آزمایش ۲ ساعت

نام آزمایش: اندازه‌گیری ولتاژ DC با ولت‌متر

هدف‌های آزمایش: کار عملی با ولت‌متر DC و اندازه‌گیری ولتاژ دوسر یک باتری

باطری قلمی معمولی

شرح آزمایش: در این آزمایش که اولین آزمایش است با دستگاه ولت‌متر DC آشنا می‌شوید و عملاً یاد می‌گیرید که ولتاژ DC را اندازه بگیرید. هرچند ممکن است ولت‌متر DC را کارخانه‌های مختلف با اندازه‌ها و شکل‌های ظاهری متفاوت بسازند اما اصول کار همهٔ آن‌ها یکی است. بنابراین شما بعد از آزمایش باید بتوانید با هر نوع ولت‌متری کار کنید.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد / مقدار
۱ـ ولت‌متر DC	یک دستگاه
۲ـ باتری قلمی سایز AA	۱ عدد
۳ـ سیم رابط به طول حداقل ۵۰ cm دارای دو رنگ از هر کدام	یک بسته

مراحل اجرای آزمایش

موضوع الف: اندازه‌گیری ولتاژ DC یک باتری قلمی

■ وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

■ مدار شکل ۲۶ـ۱ را ببندید.

■ قبل از وصل کردن باتری، کلید رنج (حوزهٔ کار) ولت‌متر را روی ۲/۵ ولت DC قرار دهید.

■ قطب مثبت باتری را به ترمینال (+) ولت‌متر و قطب منفی باتری را به ترمینال (-) وصل کنید. در این حالت عقربه ولت‌متر کمی منحرف می‌شود.

■ برای خواندن مقدار ولتاژ باتری از روی ولت‌متر، ابتدا ماکزیمم مقدار انتخاب شده روی حوزهٔ کار دستگاه اندازه‌گیری (عدد رنج کلید ولت‌متر ـ در شکل ۲۶ـ۱، ۲/۵ ولت) را به عدد انتهایی صفحه مدرج تقسیم می‌کنیم. عدد به‌دست آمده را (مقدار ولتاژ به ازای یک تقسیم‌بندی انحراف عقربهٔ ولت‌متر) ضریب ثابت‌سنجش می‌نامیم.

$$\text{ضریب ثابت سنجش} = \frac{\text{عدد حوزه کار ـ ماکزیمم مقدار انتخاب شده روی دستگاه اندازه‌گیری (حوزه کار)}}{\text{عدد انتهایی صفحه مدرج ـ عدد انتهایی تقسیمات صفحه مدرج}}$$

■ برای به‌دست آوردن مقدار ولتاژ کافی است تعداد تقسیماتی را که عقربه منحرف شده است در ضریب ثابت سنجش ضرب کنیم. با توجه به شکل ۲۶ـ۱ داریم:

$$\text{ضریب ثابت سنجش } C = \frac{۲/۵V}{۲۵} = ۰/۱V \text{ هر تقسیم}$$

تعداد تقسیماتی که عقربه به آن اشاره می‌کند × ضریب ثابت سنجش (C) = مقدار ولتاژ نشان داده شده توسط ولت‌متر

شکل ۲۶ـ۱

■ تعداد تقسیمات منحرف شده توسط عقربه را بخوانید و یادداشت کنید.

■ کلید رنج ولت‌متر را روی ۵ ولت قرار دهید. سپس ضریب ثابت سنجش را محاسبه کنید. ضریب ثابت سنجش از رابطهٔ

به دست می‌آید.

$C = \frac{5V}{25} = 0/2V$ / هر تقسیم

(ولتاژ دوسر باتری) $E = 0/2 \times$

تعداد تقسیماتی که عقربه ولت‌متر به آن اشاره می‌کند.

$E = 0/2 \times \quad = V$ | E= V |

■ کلید رنج ولت‌متر را روی ۱۰ ولت قرار دهید. ضریب سنجش را محاسبه کنید و ولتاژ دوسر باتری را اندازه بگیرید.

$C = \frac{\quad}{\quad} =$

$E = \quad \times \quad = V$ | E= V |

سؤال: برای اندازه‌گیری ولتاژ یک باتری کدام حوزهٔ کار (رنج) ولت‌متر از بقیه مناسب‌تر است؟ توضیح دهید.

خلاصه آزمایش: آنچه را که در آزمایش انجام دادید به‌طور خلاصه شرح دهید.

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست آمده از آزمایش را به اختصار بیان کنید.

آزمون

۱ـ ضریب ثابت سنجش در یک ولت‌متر چگونه به‌دست می‌آید؟ با ذکر یک مثال شرح دهید.

۲ـ نحوهٔ خواندن ولتاژ توسط یک ولت‌متر را توضیح دهید.

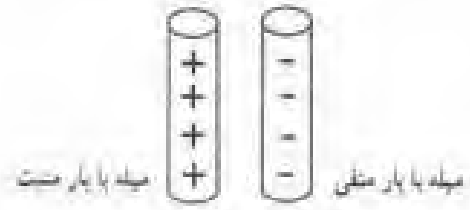
در صورتی که نتوانستید به پرسش‌های پایان آزمایش پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت ۲ـ۲ـ۱ مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

۵ـ۲ـ۱ـ جریان الکتریکی: وقتی دو میلهٔ باردار را (با دو بار مختلف یعنی مثبت و منفی) توسط یک سیم هادی به هم وصل کنیم، الکترون‌های میله‌ای که بار منفی دارد حرکت کرده، در سیم هادی جاری شده و جذب میله‌ای می‌شود که بار مثبت دارد. به عبارت دیگر میله‌ای که دارای الکترون اضافی است الکترون‌ها را به سمت میله‌ای که دارای کمبود الکترون است جاری می‌کند. دلیل این امر وجود نیروی جاذبه بین دو بار مخالف است.

حرکت بارهای الکتریکی را جریان الکتریکی می‌گویند.

در شکل ۲۷ـ۱ نحوهٔ جاری شدن جریان از میلهٔ با بار منفی به میلهٔ با بار مثبت نشان داده شده است.

یکای شدّت جریان الکتریکی آمپر است که با حرف A نشان داده می‌شود. یک آمپر عبارت است عبور $۶/۳\times۱۰^{۱۸}$ الکترون در مدت یک ثانیه از یک هادی. واحدهای کوچکتر از آمپر میلی‌آمپر یا یک هزارم آمپر و میکروآمپر یا یک میلیونیم آمپر است. واحدهای بزرگتر از آمپر کیلوآمپر یا ۱۰۰۰ آمپر می‌باشند.



دو میله را به هم وصل می‌کنیم

شکل ۲۷ـ۱ـ نحوه جاری شدن جریان در یک هادی

$$۱A=۱۰۰۰mA$$

$$۱mA=\frac{۱}{۱۰۰۰}A=۱۰^{-۳}A$$

$$۱\mu A=\frac{۱}{۱۰۰۰۰۰۰}A=۱۰^{-۶}A$$

$$۱kA=۱۰۰۰A=۱۰^{۳}A$$

شدت جریان الکتریکی را با حرف I نشان می‌دهند. برای اندازه‌گیری جریان الکتریکی در یک مدار، از دستگاهی به‌نام آمپرمتر استفاده می‌کنند.

شکل ۲۸ـ۱ـ یک نمونه میلی‌آمپرمتر

۶ــ۲ــ۱ــ آزمایش شماره (۲)

مدت زمان انجام آزمایش ۱/۵ ساعت

نام آزمایش: اندازه‌گیری جریان *DC*

هدف‌های آزمایش: الف : کار عملی با آمپرمتر DC و اندازه‌گیری جریان مصرفی یک لامپ.

شرح آزمایش: برای اندازه‌گیری شدت جریان یک مصرف‌کننده، آمپرمتر باید به صورت سری با مصرف‌کننده در مدار قرار گیرد تا بتواند جریان مصرف‌کننده را اندازه بگیرد. در این آزمایش شما عملاً با دستگاه آمپرمتر و نحوهٔ قرار گرفتن آن درمدار آشنا می‌شوید و در نهایت قادر خواهید بود جریان مصرفی یک لامپ ۱/۵ ولتی را اندازه بگیرید. هر چند ممکن است آمپرمترهای DC کارخانه‌های مختلف با اندازه‌ها و شکل‌های ظاهری متفاوت ساخته شود ولی اصول کار همهٔ آن‌ها یکسان است. بنابراین شما بعد از اجرای آزمایش باید بتوانید با هر نوع آمپرمتری جریان یک مصرف‌کننده را اندازه بگیرید.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد / مقدار
آمپرمتر	یک دستگاه
باتری قلمی	یک عدد
لامپ ۱/۵ ولت	یک عدد
سیم رابط دو دو رنگ و به طول ۵۰ سانتی‌متر	سه رشته

مراحل اجرای آزمایش

موضوع الف: اندازه‌گیری جریان DC در یک مدار ساده

■ وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

■ مدار شکل ۲۹ـ۱ را ببندید.

■ قبل از وصل کردن باتری به مدار کلید رنج میلی‌آمپرمتر را روی ۵۰ میلی‌آمپر قرار دهید. توجه داشته باشید سیمی که به‌قطب منفی باتری وصل شده است به ترمینال (−) میلی‌آمپرمتر و سیم دیگر به ترمینال (+) میلی‌آمپرمتر وصل شود. (اتصال سیم‌ها به میلی‌آمپرمتر به وسیله سیم‌هایی که یک طرف آن‌ها به قبیتی مخصوص مجهز است صورت می‌گیرد). در این حالت عقربه میلی آمپرمتر متناسب با جریان عبوری منحرف می‌شود.

■ **نکته مهم: هنگام اتصال آمپرمتر به مدار، به حوزه کار و قطب‌های مثبت و منفی دستگاه به دقت توجه کنید.**

■ برای خواندن مقدار جریان لامپ از روی میلی‌آمپرمتر، ابتدا رنج کلید میلی‌آمپرمتر را به عدد انتهایی صفحه مدرج تقسیم می‌کنیم، عدد به‌دست آمده مقدار جریان به ازای یک تقسیم‌بندی انحراف عقربهٔ میلی‌آمپرمتر است این عدد را ضریب ثابت سنجش می‌نامیم و معمولاً آن را با حرف C نشان می‌دهیم. در شکل ۲۹ـ۱ رنج کلید ۵۰mA در نظر گرفته شده است.

$$C = \frac{\text{عدد حوزه کار}}{\text{عدد انتهایی صفحه مدرج}} \quad \text{ضریب ثابت سنجش}$$

■ برای بدست آوردن مقدار جریان کافی است تعداد تقسیماتی که به ازای آن‌ها عقربه منحرف شده است را در ضریب ثابت سنجش ضرب می‌کنیم. برای شکل ۲۹ـ۱ داریم:

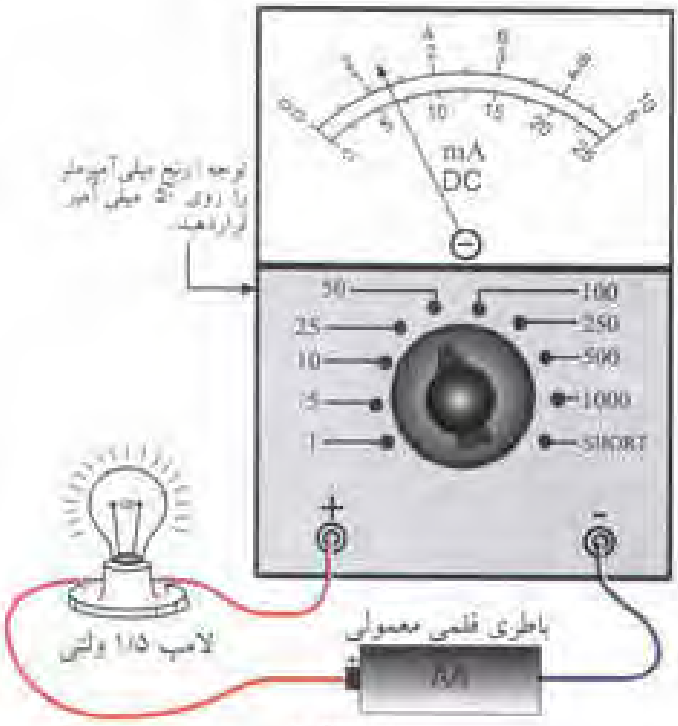
$$C = \frac{۵۰mA}{۲۵} = ۲mA/$$ هر تقسیم

تعداد تقسیماتی که عقربه به آن اشاره می‌کند × C = مقدار جریانی که میلی‌آمپرمتر نشان می‌دهد.

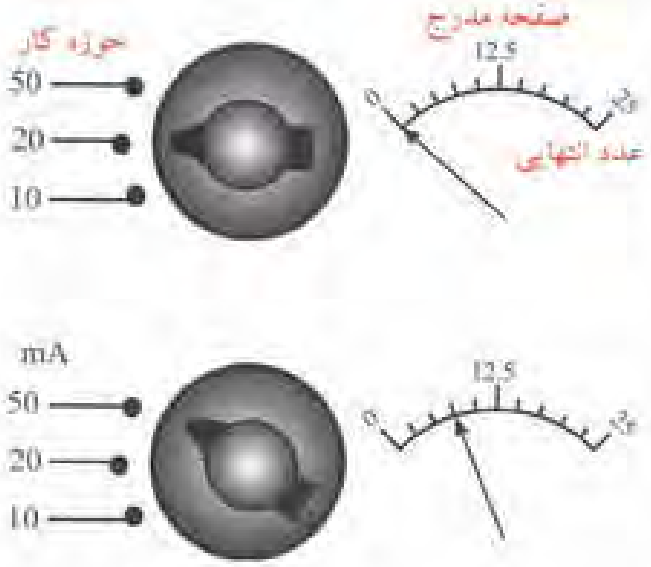
■ تعداد تقسیمات منحرف شده عقربه را بخوانید و در ذیل یادداشت کنید.

$I = ۲\times \quad = \quad mA$

$I = \cdots\cdots mA$



شکل ۲۹ـ۱



■ کلید رنج میلی آمپرمتر را روی عدد ۱۰۰ قرار دهید و سپس ضریب ثابت سنجش را محاسبه کنید و جریان مصرف‌کننده را اندازه بگیرید.

$$C = \frac{100\,mA}{25} = 4mA/$$ هر تقسیم

$$I = 4 \times \left(\begin{array}{c} \text{تعداد تقسیماتی که عقربه میلی‌آمپرمتر} \\ \text{به آن اشاره می‌کند} \end{array} \right)$$ جریان

I = ۴× = mA

I = ... mA

■ کلید رنج میلی‌آمپرمتر را روی عدد ۲۵ قرار دهید و جریان مصرف‌کننده را اندازه بگیرید.

C = = mA/ هر تقسیم

I = × = mA

I = ... mA

سؤال: برای اندازه‌گیری جریان لامپ کدام رنج میلی‌آمپرمتر از بقیه مناسب‌تر است به‌طور کامل توضیح دهید.

آنچه را که در این آزمایش فراگرفته‌اید به‌طور خلاصه شرح دهید.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از آزمایش را به اختصار شرح دهید.

آزمون

۱ـ ضریب ثابت سنجش در یک آمپرمتر چگونه به‌دست می‌آید؟ به‌طور کامل شرح دهید.

۲ـ چرا آمپرمتر را در مدار با مصرف‌کننده به صورت سری قرار می‌دهند؟

۳ـ نحوه اندازه‌گیری جریان در یک میلی‌آمپرمتر را توضیح دهید؟

۷ـ۲ـ۱ـ مقاومت: هرگاه اختلاف پتانسیل ثابتی را ابتدا به دو سر یک سیم مسی و سپس به دو سر یک سیم آهنی اعمال کنیم، شدت جریانی که از هر یک از دو سیم عبور می‌کند با دیگری اختلاف دارد.

سیم آهنی در مقابل عبور جریان، در واقع در مقابل حرکت الکترون‌ها ایستادگی بیشتری نشان می‌دهد در حالی که سیم مسی در مقابل عبور جریان کمتر ایستادگی می‌کند. خاصیت ایستادگی جسم در مقابل حرکت الکترون‌ها (جریان الکتریکی) را مقاومت الکتریکی می‌نامند؛ به عبارت دیگر، **مقاومت الکتریکی**[1] **خاصیتی از ماده است که با عبور جریان مخالفت می‌کند.**

جسم یا ماده‌ای که در برابر عبور جریان الکتریکی ایستادگی می‌کند را **مقاومت** می‌نامند و آن را با حرف R[2] نشان می‌دهند. نماد مقاومت در شکل ۳۱ـ۱ نشان داده شده است.

واحد مقاومت الکتریکی اُهم است. یک اُهم مقدار مقاومتی است که اگر به دو سر آن اختلاف پتانسیل یک ولت وصل کنیم، جریانی با شدت یک آمپر از آن عبور کند.

اُهم را با حرف یونانی امگا (Ω) نشان می‌دهند.

واحد کوچک‌تر از اُهم، میلی اُهم برابر یک هزارم اُهم

$$1\,m\Omega = \frac{1}{1000}\,\Omega = 10^{-3}\,\Omega$$

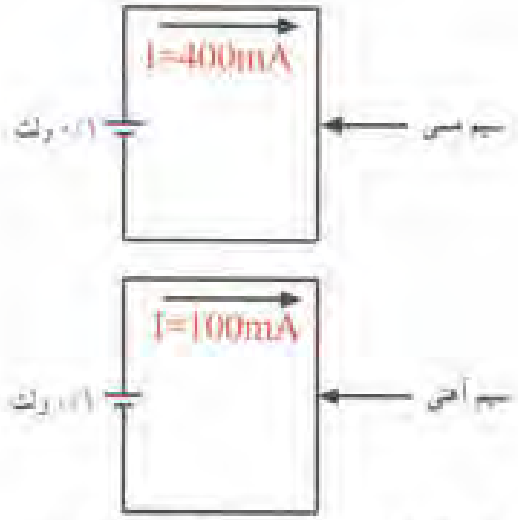
و واحدهای بزرگ‌تر از اُهم، کیلواهم برابر هزار اُهم و مگااُهم

$$1K\Omega = 1000\,\Omega = 10^{3}\,\Omega$$

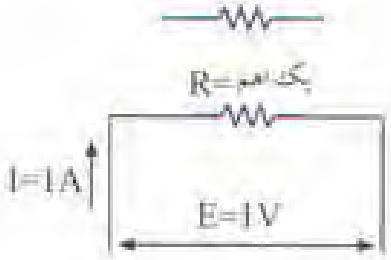
برابر یک میلیون اُهم است.

$$1M\Omega = 1000000\,\Omega = 10^{6}\,\Omega$$

در مدارهای الکتریکی روی علامت اختصاری یا نماد مقاومت معمولاً شماره و مقدار مقاومت نوشته می‌شود. در شکل ۳۲ـ۱ نماد یک مقاومت همراه با شماره مقاومت (R 32) و مقدار



شکل ۳۰ـ۱ـ جریان جاری شده در شرایط مساوی در سیم مسی بیشتر از سیم آهنی است.



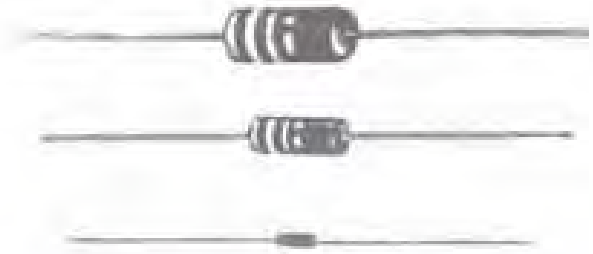
شکل ۳۱ـ۱ـ علامت استاندارد مقاومت

شکل ۳۲ـ۱ـ علامت قراردادی مقاومت اهمی همراه با نام مقاومت و مقدار آن

۱ـ Resistance ۲ـ R = Resistor

مقاومت (۳۳۰Ω) نشان داده شده است.

برای اندازه‌گیری مقاومت اُهمی، از دستگاهی به نام اهم‌متر استفاده می‌شود.



در شکل ۳۳ـ۱ نمونه‌هایی از مقاومت‌های مختلف که در عمل ساخته می‌شوند نشان داده شده است.

شکل ۳۳ـ۱ـ نمونه‌هایی از انواع مقاومت‌ها

۸ـ۲ـ۱ـ انواع مقاومت‌ها: به‌طور کلی مقاومت‌ها را می‌توان از نظر مقدار اهمی به دو دسته ثابت و متغیر تقسیم‌بندی کرد. منظور از مقاومت ثابت این است که مقدار مقاومت تابع حرارت، نور، میدان‌های مغناطیسی و یا سایر عوامل فیزیکی نیست. در شکل ۳۴ـ۱ یک نمونه مقاومت ثابت نشان داده شده است.

شکل ۳۴ـ۱ـ یک نمونه مقاومت ثابت

مقاومت متغیر مقاومتی است که می‌توان مقدار اهم آن را با تغییر مکان یک اهرم یا با تغییر نور، حرارت، ولتاژ و ... تغییر داد.

در شکل ۳۵ـ۱ یک نمونه مقاومت متغیر که مقدار آن را می‌توان با تغییر اهرم تغییر داد نشان داده شده است. به این نوع مقاومت پتانسیومتر گفته می‌شود.

شکل ۳۵ـ۱ـ یک نمونه مقاومت متغیر

مقاومت‌ها را از نظر ساختمان می‌توان به سه دسته کلی تقسیم‌بندی کرد:

الف ــ مقاومت سیمی: این نوع مقاومت از سیم فلزی با پوشش عایق از جنس ارینم یا لاک تشکیل شده است. سیم مقاومتی بر روی قرقره‌ای از سرامیک یا پلاستیک مصنوعی به‌طور خاصی پیچیده می‌شوند.

این نوع مقاومت‌ها معمولاً دقیق هستند و در مقادیر از یک اُهم تا چند صد کیلواهم ساخته می‌شوند. شکل ۳۶ـ۱ ساختمان داخلی یک مقاومت سیمی را نشان می‌دهد.

شکل ۳۶ـ۱ـ ساختمان داخلی مقاومت سیمی

ب: مقاومت نوع ترکیبی: این نوع مقاومت‌ها از ترکیب پودر کربن سیاه یا گرافیت با پودر انواع عایق‌ها ساخته می‌شوند. برای تشکل دادن به مقاومت، مواد خلال خمیری به آن اضافه می‌کنند و آن را به صورت استوانه درمی‌آورند. شکل ۳۷ـ۱ ساختمان داخلی مقاومت نوع ترکیبی را نشان می‌دهد.

شکل ۳۷ـ۱ـ ساختمان داخلی مقاومت نوع ترکیبی

ج: مقاومت اکسید فلز: در این نوع مقاومت‌ها، روی یک استوانه سرامیکی یک پوشش فلزی بسیار نازک را از طریق تبخیر فلزات رسوب می‌دهند. سپس این رسوب را به صورت مارپیچ می‌تراشند تا مقدار مقاومت موردنظر به‌دست آید. در شکل ۳۸ـ۱ نحوهٔ ساختن مقاومت اکسیدفلز نشان داده شده است. بیشتر مقاومت‌های موجود در بازار ایران از این نوع هستند.

شکل ۳۸ـ۱ـ ساختمان داخلی مقاومت اکسید فلز

هر مقاومت ثابت یا متغیر، دارای مشخصه‌هایی است از جمله:

ــ مقدار مقاومت و تولرانس

هر مقاومت ساخته شده دارای یک مقدار ثابت همراه با تولرانس است. تولرانس مقاومت عبارت است از درصد خطایی که مقدار یک مقاومت دارد. تولرانس قابل قبول در مقاومت به نوع کاربرد مقاومت‌ها در مدارهای الکتریکی یا الکترونیکی بستگی دارد.

> تولرانس ۱۰ درصد به معنی بزرگ‌تر یا کوچک‌تر بودن مقاومت به میزان ده درصد از مقدار نامی آن است.

مقاومت‌ها را در عمل با تولرانس ۲۰٪، ۱۰٪ و ۵٪ می‌سازند برای دستگاه‌های اندازه‌گیری حساس مقاومت‌هایی با تولرانس ۲/۵٪ و ۱/۵٪ نیز ساخته می‌شود.

یعنی یک مقاومت ۱۰Ω با تولرانس ۱۰٪ آن است که مقدار مقاومت از ۹Ω تا ۱۱Ω قابل قبول است. اگر قبول کنیم که در مدارهای الکترونیکی ۱۰٪ تولرانس (درصد خطا) قابل قبول است و ما نیاز به یک مقاومت ۹/۵Ω داشته باشیم کافی است که از یک مقاومت ۱۰٪ ۱۰Ω استفاده کنیم. اگر قرار باشد هر مقاومت با هر مقدار دلخواه که ما نیاز داشته باشیم ساخته شود و در اختیار ما قرار گیرد تعداد مقاومت‌های ساخته شده بی‌نهایت زیاد می‌شوند که در عمل امکان‌پذیر نیست. ولی با پذیرش درصدی خطای مجاز تعداد ساخت مقاومت‌ها به شدت کاهش می‌یابد، به‌طوری که اگر ۲۰٪ تولرانس را بپذیریم در یک فاصله ده مقاومتی (۱Ω تا ۱۰Ω) تعداد مقاومت‌ها به ۶ عدد می‌رسد. این ۶ مقاومت تمامی رنج یک تا ده اهم را با ۲۰٪ خطا می‌پوشانند. (جدول ۱ـ۱).

با توجه به جدول ۱ـ۱، هر مقاومتی را که لازم دانسته باشیم می‌توانیم حداکثر با ۲۰٪ کمتر یا ۲۰٪ بیشتر از یکی از اعداد جدول انتخاب کنیم. به مقاومت‌های جدول ۱ـ۱ مقاومت‌های سری E6 می‌گویند. یا به عبارت دیگر در سری مقاومت‌های E6 تولرانس مقاومت‌ها ۲۰٪ است.

اگر تولرانس را ۱۰٪ در نظر بگیریم، تعداد مقاومت‌ها مطابق جدول ۲ـ۱ در فاصله یک ده تایی (۱Ω تا ۱۰Ω) برابر با ۱۲ عدد می‌شود. با توجه به جدول ۲ـ۱ هر مقاومتی را که در یک دهه لازم دانسته باشیم می‌توانیم حداکثر با ۱۰٪ کمتر یا ۱۰٪ بیشتر از یکی از اعداد جدول انتخاب کنیم. به مقاومت‌های جدول ۲ـ۱ سری E12 می‌گویند. به عبارت دیگر در سری مقاومت‌های E12، تولرانس ۱۰٪ است. این سری مقاومت‌ها پرکاربردترین مقاومت‌ها در الکترونیک هستند. اگر تولرانس را ۵٪ در نظر بگیریم تعداد مقاومت‌ها در فاصله یک ده تایی (۱Ω تا ۱۰Ω)

جدول ۱ـ۱

۱	۱/۵	۲/۲	۳/۳	۴/۷	۶/۸

جدول ۲ـ۱

۱	۱/۲	۱/۵	۱/۸	۲/۲	۲/۷	۳/۳	۳/۹	۴/۷	۵/۶	۶/۸	۸/۲

مطابق جدول ۳ـ۱، ۲۴ عدد می‌شود. به اعداد جدول ۳ـ۱ مقاومت‌های سری E۲۴ می‌گویند.

جدول ۳ـ۱

۱	۱/۱	۱/۲	۱/۳	۱/۵	۱/۶	۱/۸	۲	۲/۲	۲/۴	۲/۷	۳
۳/۳	۳/۶	۳/۹	۴/۳	۴/۷	۵/۲	۵/۶	۶/۲	۶/۸	۷/۵	۸/۲	۹/۱

اعداد جداول ۱ـ۱ و ۲ـ۱ و ۳ـ۱ را اعداد پایه می‌گویند. با تقسیم کردن این اعداد بر ۱۰، ۱۰۰ یا ضرب کردن آن‌ها در ۱۰، ۱۰۰، ۱K، ۱۰K، ۱۰۰K و یا ۱M مقاومت‌های جدیدی به‌دست می‌آید. مثلاً برای عدد ۲/۲ مقاومت‌های ۰/۰۲۲Ω، ۰/۲۲Ω، ۲/۲Ω، ۲۲Ω، ۲۲۰Ω، ۲/۲K، ۲۲K، ۲۲۰K و ۲/۲M را می‌توان ساخت.

مقدار اهمی و تولرانس یک مقاومت را معمولاً به سه صورت مشخص می‌کنند.

الف: مقدارمقاومت و تولرانس را مستقیماً روی مقاومت می‌نویسند. شکل ۳۹ـ۱ یک نمونه از این نوع مقاومت‌ها را نشان می‌دهد.

شکل ۳۹ـ۱ـ مقدار مقاومت و تولرانس آن مستقیماً روی مقاومت نوشته شود.

ب: مقدار مقاومت را مستقیماً می‌نویسند و به جای واحد اهم از حرف R و به جای تولرانس ۵٪ از حرف J، تولرانس ۱۰٪ از حرف K، تولرانس ۲۰٪ از حرف M استفاده می‌کنند. در ضمن حروف R اهم، K (کیلواهم) و M (مگا اهم) علاوه بر نمایش مقدار مقاومت، به جای ممیز نیز به‌کار می‌روند. در شکل ۴۰ـ۱ چند نمونه از این نوع مقاومت‌ها نشان داده شده است.

شکل ۴۰ـ۱ـ نشان دادن مقدار مقاومت‌ها با استفاده از حروف و اعداد

ج) مقدار مقاومت و تولرانس آن را با استفاده از نوارهای رنگی روی بدنهٔ مقاومت مشخص می‌کنند. نوارهای رنگی را معمولاً برای مقاومت‌های کوچک که امکان نوشتن و خواندن مقاومت به‌طور مستقیم بر روی آن وجود ندارد به کار می‌برند. تعداد نوارهای رنگی چهار یا پنج عدد است. در مقاومت‌های با چهار نوار رنگی، رنگ نوار اول و دوم را مطابق شکل ۴۱ـ۱ به عنوان اعداد صحیح و رنگ نوار سوم را به عنوان ضریب و رنگ نوار چهارم را به عنوان تولرانس در نظر می‌گیرند. در مقاومت‌های با ۵ نوار رنگی، رنگ نوار اول و دوم و سوم را به عنوان اعداد صحیح و رنگ نوار چهارم را به عنوان ضریب و رنگ نوار پنجم را به عنوان تولرانس در نظر می‌گیرند.

در شکل ۴۱ـ۱ نحوه خواندن مقاومت‌های با چهار نوار رنگی و پنج نوار رنگی نشان داده شده است.

ـ توان مقاومت

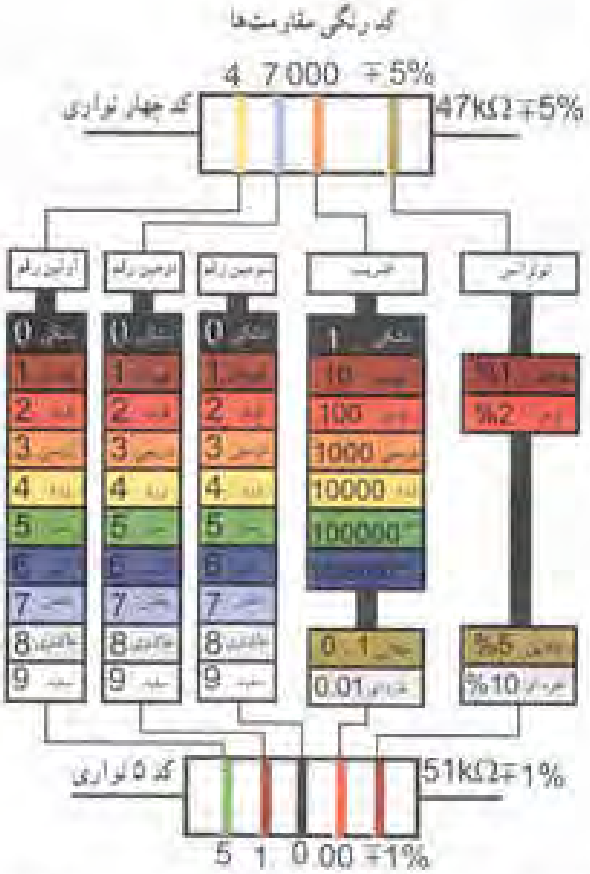
وقتی از یک مقاومت جریانی عبور می‌کند مقاومت گرم می‌شود یا به عبارت دیگر مقداری توان در آن تلف می‌شود. هر مقاومت با توجه به ابعاد فیزیکی خود می‌تواند توان مشخصی را تحمل کند. به عبارت دیگر یک مقاومت را برای تحمل توان مشخصی می‌سازند بنابراین توان تلف شده در یک مقاومت نباید از مقدار مشخص شده توسط کارخانه سازنده بیشتر شود. در غیر این صورت ممکن است مقاومت آسیب ببیند. مقاومت‌ها را معمولاً با توان‌های ۰/۲۵W، ۰/۵W، ۱W، ۲W، ۵W و ۱۰W و بالاتر می‌سازند.

توجه داشته باشید که هیچ‌گاه رنگ نوار اول نمی‌تواند سیاه باشد. در ضمن اگر نوار رنگی معرف ضریب به رنگ طلایی باشد، ضریب مقاومت ۰/۱ و اگر نقره‌ای باشد ضریب مقاومت ۰/۰۱ است.

مثال ۱ـ در شکل ۴۲ـ۱ مقدار مقاومت و تولرانس آن چقدر است؟

حل:

تولرانس	ضریب	رقم دوم	رقم اول
نقره‌ای ٪۱۰	نارنجی ...	آبی ۶	سبز ۵
R = ۵۶KΩ ± ٪۱۰			



شکل ۴۱ـ۱ـ نحوه تعیین مقدار اهم و تولرانس مقاومت‌ها با کد ۴ نوار رنگی و ۵ نوار رنگی

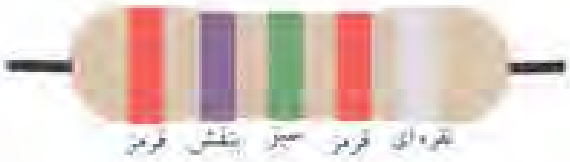
شکل ۴۲ـ۱

مثال ۲ـ در شکل ۴۳ـ۱ مقدار مقاومت و تولرانس آن چقدر است؟

شکل ۴۳ـ۱

تولرانس	ضریب	رقم دوم	رقم اول
طلایی ٪۵	سیاه ـ	قهوه‌ای ۱	سبز ۵
R = ۵۱Ω ± ٪۵			

مثال ۳ـ در شکل ۴۴ـ۱ مقدار مقاومت اهمی و تولرانس آن چقدر است؟



شکل ۴۴ـ۱

تولرانس	ضریب	رقم سوم	رقم دوم	رقم اول
نقره‌ای ٪۱۰	قرمز ...	سبز ۵	بنفش ۷	قرمز ۲
R = ۲۷۵۰Ω ± ٪۱۰ یا R = ۲۷/۵KΩ ± ٪۱۰				

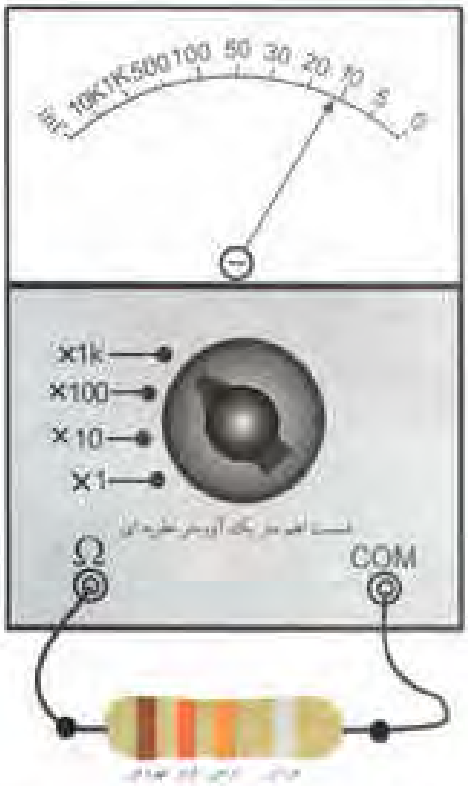
برای اندازه‌گیری مقاومت اهمی، از دستگاهی به نام اهم‌متر استفاده می‌شود. در شکل ۴۵ـ۱ یک نمونه اهم‌متر آزمایشگاهی نشان داده شده است. این نوع اهم مترها، معمولاً در دسترس همگان قرار ندارد و بیشتر به صورت آزمایشگاهی ساخته می‌شود.

برای اندازه‌گیری مقاومت با اهم‌متر، کافی است که ابتدا به کمک سیم رابط، دو پایانهٔ (ترمینال) محل اتصال مقاومت اهمی را به هم اتصال کوتاه کنیم و ولوم را طوری تنظیم کنیم که عقربه روی عدد صفر قرار گیرد. سپس سیم‌های رابط را جدا و مقاومت اهمی را به دو سر آن وصل کنیم. عقربه مقداری را نشان می‌دهد، آن مقدار را در عدد کلید رنج ضرب می‌کنیم و مقدار مقاومت را به‌دست می‌آوریم.

شکل ۴۵ـ۱ـ یک نمونه اهم متر آزمایشگاهی

در شکل ۴۶ـ۱، کلید رنج اهم‌متر روی ×۱K قرار دارد و عقربه عدد ۱۲ را نشان می‌دهد. بنابراین مقدار مقاومت برابر با ۱۲KΩ است.

$$۱۲ \times ۱K = ۱۲K\Omega$$



شکل ۴۶ـ۱ـ اهم‌متر مقدار مقاومت را ۱۲KΩ نشان می‌دهد.

اهم‌مترهایی که در دسترس همگان قرار دارد به صورت فقط اهم‌متر نیست بلکه ترکیبی از میلی‌آمپرمتر و ولت‌متر است. به این دستگاه آوومتر* می‌گویند.

بعضی از آوومترها علاوه بر اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت اهمی، کمیت‌های دیگری همچون فرکانس و ظرفیت خازن را نیز اندازه می‌گیرند.

در شکل ۴۷ـ۱ دو نمونه آوومتر عقربه‌ای نشان داده شده‌اند.

شکل ۴۷ـ۱ـ الف ـ یک نمونه آوومتر عقربه‌ای (آنالوگ)

* Avometer = Ampere - Volt - ohm - meter

هر آوومتر دارای تعدادی کلید سلکتور دورانی یا کشویی است. با تنظیم این کلیدها می‌توان از دستگاه به عنوان ولت‌متر، آمپرمتر یا اهم‌متر مستقل استفاده کرد.

برای خواندن مقادیر ولتاژ و جریان می‌توان از ضرب تابت سنجش استفاده کرد.

شکل ۲۷ـ۱ـ ب ـ یک نمونه آوومتر عقربه‌ای (آنالوگ)

نوع دیگری از آوومترها که امروزه به فراوانی در دسترس عموم قرار دارد آوومترهای دیجیتالی است. نشان‌دهنده‌های آوومترهای دیجیتالی به‌جای حرکت عقربه، مقادیر را به صورت ارقام و معمولاً همراه با واحد مقادیر روی صفحه نمایش خود نشان می‌دهند. در شکل ۲۸ـ۱ دو نمونه آوومتر دیجیتالی نشان داده شده است.

شکل ۲۸ـ۱ـ دو نمونه آوومتر دیجیتالی

اکثر آوومترهای دیجیتالی دارای حوزه کار (رنج) اتوماتیک برای ولتاژ و مقاومت اهمی هستند. به این معنی که برای اندازه‌گیری ولتاژ یا مقاومت اهمی، نیاز به انتخاب رنج ندارند. برای اندازه‌گیری ولتاژ کافی است که کلید سلکتور اصلی روی رنج ولتاژ (V) قرار گیرد و ولتاژ بدون توجه به مقدار آن[1] به پایانه‌های مربوط به ولتاژ اعمال شود. برای اندازه‌گیری مقاومت اهمی کافی است که کلید سلکتور اصلی روی حوزه کار (رنج) اُهم (Ω) قرار گیرد و مقاومت به پایانه‌های مربوط به مقاومت وصل شود، تا مقدار مقاومت همراه با واحد آن روی صفحه نمایش (Display) آوومتر نشان داده شود.

شکل ۲۹ـ۱ـ یک نمونه دیگر آوومتر دیجیتالی

۱ـ هنگام اندازه‌گیری ولتاژ توسط آوومتر دیجیتالی باید به مقدار مجاز ولتاژ که توسط کارخانه سازنده داده می‌شود توجه کرد. مثلاً حداکثر مقدار ماکزیمم قابل اندازه‌گیری توسط دستگاه ۱۰۰۰ ولت است، نباید آن را به ولتاژ بیشتر از ۱۰۰۰ ولت متصل کرد.

مدت زمان انجام آزمایش: ۱/۵ ساعت

۹ـ۲ـ۱ـ آزمایش شماره (۳)

نام آزمایش: اندازه‌گیری مقاومت اهمی

هدف‌های آزمایش: اندازه‌گیری مقاومت اهمی به کمک آوومتر دیجیتالی و عقربه‌ای

شرح خلاصه آزمایش: در این آزمایش شما عملاً با آوومترهای عقربه‌ای (آنالوگ) و دیجیتالی آشنا می‌شوید. همچنین نحوه اندازه‌گیری مقاومت‌های اهمی را با این دستگاه‌ها تجربه می‌کنید. آوومترهای عقربه‌ای و دیجیتالی از نظر شکل ظاهری و ابعاد خیلی متنوع هستند ولی اساس کار همه آن‌ها مشابه است. به عنوان مثال انتخاب ولت‌متر و اُهم‌متر در بعضی از آوومترها به صورت کلید سلکتور و در بعضی دیگر به صورت کلید فشاری است. اگر هنگام کار با آوومتر دقت کافی داشته باشید و کلیهٔ نکات را رعایت کنید، بعد از انجام این آزمایش می‌توانید با هر نوع آوومتری کار کنید.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد / مقدار
۱ـ آومتر عقربه‌ای	یک دستگاه
۲ـ آومتر دیجیتالی	یک دستگاه
۳ـ مقاومت‌های ۲/۲KΩ و ۱۲۰Ω و ۱۰Ω و ۱۵۰KΩ و ۱۰۰KΩ و ۱۰KΩ هم مقاومت‌ها ۰/۲۵ وات کافی هستند.	از هر کدام یک عدد
۴ـ سیم رابط ۵۰ سانتی‌متری	۲ رشته

مراحل اجرای آزمایش

موضوع الف: اندازه‌گیری مقاومت اهمی به کمک آومتر دیجیتالی و عقربه‌ای

■ وسایل موردنیاز را از انبار تحویل بگیرید.

■ مقدار مقاومت اهمی مقاومت‌ها را با استفاده از کد رنگی به‌دست آورید. مقادیر را در جدول ۴ـ۱ یادداشت کنید.

■ توجه داشته باشید که مقاومت‌ها را R_1 تا R_6 نام‌گذاری کنید و در تمامی مراحل آزمایش آن‌ها را به‌کار ببرید.

جدول ۴ـ۱

نام مقاومت	مقدار مقاومت با استفاده از کد رنگی	تولرانس مقاومت
R_1		
R_2		
R_3		
R_4		
R_5		
R_6		

■ به کمک آومتر عقربه‌ای، مقدار مقاومت‌های R_1 تا R_6 را اندازه بگیرید و مقادیر اندازه‌گیری شده را در جدول ۶ـ۱ یادداشت کنید.

هنگام اندازه‌گیری مقاومت اهمی به کمک آومتر عقربه‌ای، به نکات زیر توجه داشته باشید.

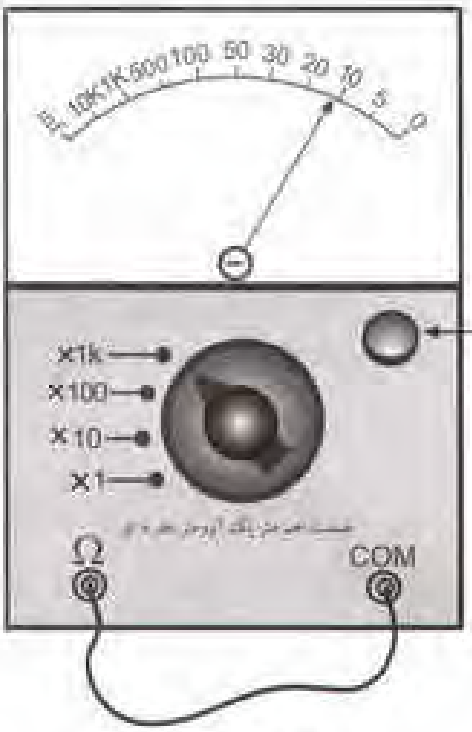
جدول ۵ـ۱

رنگ	اعداد صحیح		ضریب	تولرانس
	نوار اول	نوار دوم	نوار سوم	نوار چهارم
سیاه	—		×۱	—
قهوه‌ای	۱	۱	×۱۰	—
قرمز	۲	۲	×۱۰۰	±٪۲
نارنجی	۳	۳	×۱۰۰۰	—
زرد	۴	۴	×۱۰K	—
سبز	۵	۵	×۱۰۰K	—
آبی	۶	۶	×۱۰۰۰K	—
بنفش	۷	۷	—	—
خاکستری	۸	۸	—	—
سفید	۹	۹	—	—
طلایی	—	—	×۰/۱	±٪۵
نقره‌ای	—	—	×۰/۰۱	±٪۱۰
بی‌رنگ	—	—	—	±٪۲۰

جدول ۶ـ۱

نام مقاومت	مقدار مقاومت که توسط آومتر عقربه‌ای قرائت شده است.
R_1	
R_2	
R_3	
R_4	
R_5	
R_6	

● قبل از اندازه‌گیری مقاومت اهمی، حتماً صفر اهم‌متر را تنظیم کنید برای این کار دو سر اهم‌متر را اتصال کوتاه کرده، و با ولوم تنظیم صفر اهم‌متر، صفر اهم‌متر را تنظیم کنید (شکل ۵ـ۱).

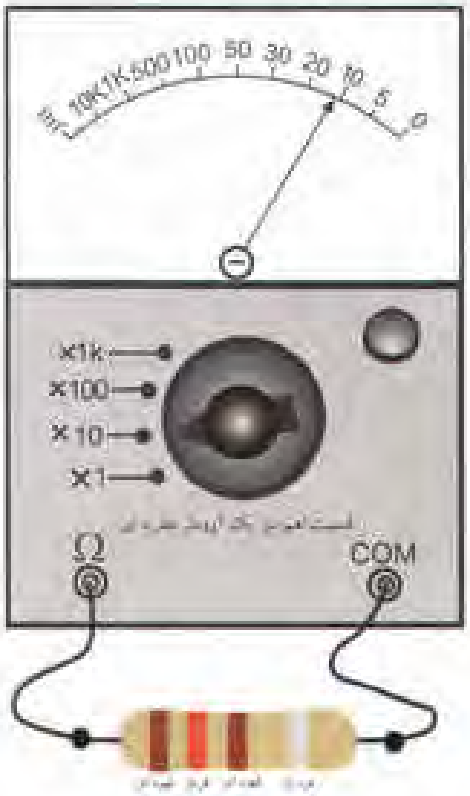


به کمک این ولوم صفر اهم متر را تنظیم کنید

شکل ۵ـ۱

● اگر رنج اهم‌متر را عوض کردید، حتماً قبل از اندازه‌گیری مقاومت، صفر آن را مجدداً تنظیم کنید. زیرا در هر رنجی ممکن است تنظیم صفر به هم بخورد.

● رنج اهم‌متر (×۱، ×۱۰، ×۱۰۰، ...) را طوری انتخاب کنید که مقدار مقاومت با وضوح قابل رؤیت باشد به عبارت دیگر انحراف عقربه تقریباً به اندازه ۵۰٪ یا بیشتر (از سمت چپ به راست) منحرف شود.



شکل الف ـ ۵ـ۱

شکل ب ـ ۱ـ۵

■ به کمک آومتر دیجیتالی مقدار مقاومت‌های R_1 تا R_6 را اندازه بگیرید و مقادیر را در جدول ۱ـ۷ یادداشت کنید.

جدول ۱ـ۷

نام مقاومت	مقدار مقاومت که توسط اومتر دیجیتالی قرائت شده است.
R_1	
R_2	
R_3	
R_4	
R_5	
R_6	

سؤال: به نظر شما مقادیر مقاومت‌های کدام یک از جدول‌های شماره ۱ـ۵ و ۱ـ۶ و ۱ـ۷ دقیق‌تر است؟ توضیح دهید.

_____

_____

_____

خلاصه آزمایش: آنچه را که در این آزمایش فرا گرفتید به اختصار شرح دهید.

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این آزمایش را به‌طور خلاصه بیان کنید.

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

آزمون

۱ـ مقدار یک مقاومت اهمی را چگونه از روی اهم‌متر عقربه‌ای می‌خوانند؟

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

۲ـ مزیت آووم‌متر دیجیتالی بر آووم‌متر عقربه‌ای را بیان کنید؟

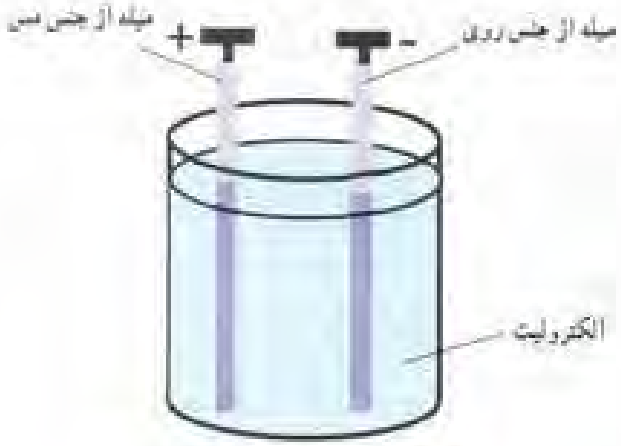
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

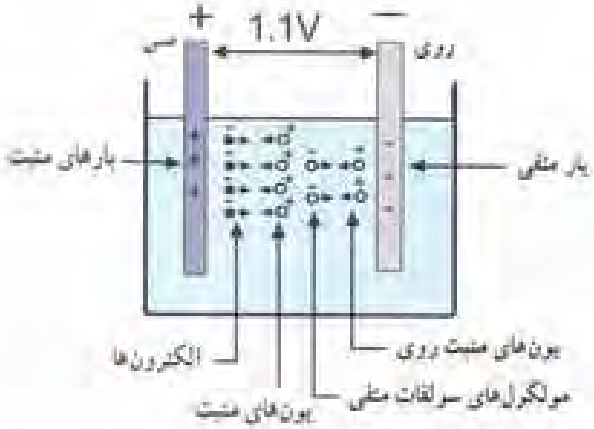
_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

۱۰ـ۲ـ۱ـ **ساختمان پیل ولتا:** پیل وسیله‌ای است که انرژی را به صورت انرژی شیمیایی ذخیره و هنگام تحویل به مصرف‌کننده، آن را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. **یک باتری ترکیبی از یک یا چند پیل است.** هر پیل از دو الکترود (دو میله فلزی از دو جنس مختلف مثلاً روی و مس) و یک مادهٔ خمیری شکل یا رقیق به نام الکترولیت که در داخل ظرفی قرار می‌گیرند، تشکیل می‌شود. شکل ۵۲ـ۱ ساختمان یک پیل ساده را نشان می‌دهد. الکترودهای این پیل از جنس مس و روی و الکترولیت آن اسیدسولفوریک رقیق است.



شکل ۵۲ـ۱ـ ساختمان یک پیل ساده

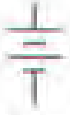
به‌طور خلاصه نحوه وجود آمدن ولتاژ در این نوع پیل‌ها فعل و انفعالات شیمیایی است. بدین ترتیب که فلز روی در محلول اسیدسولفوریک حل می‌شود و یون‌های مثبت را از ورقه روی جدا می‌کند. این امر باعث می‌شود که ورقهٔ روی الکترون اضافی پیدا کند. در نتیجه بین ورقهٔ روی و محلول مجاورش اختلاف بار الکتریکی به‌وجود می‌آید. هر قدر روی بیشتر در اسیدسولفوریک حل شود اختلاف پتانسیل زیادتر می‌شود. از طرفی چون پتانسیل محلول به دلیل وجود یون مثبت روی است، پس از این که اختلاف پتانسیل به حد معینی برسد و محلول از یون مثبت اشباع شود از ورود یون‌های مثبت به داخل اسید جلوگیری می‌کند. حد اشباع محلول از یون مثبت به نوع فلز و اسید بستگی دارد. از طرفی چون مس، خیلی کم در اسید سولفوریک حل می‌شود، اختلاف پتانسیل بین مس و محلول مجاور آن ناچیز است. بنابراین بین ورقه روی و مس اختلاف پتانسیل به وجود می‌آید. به همین دلیل است که نمی‌توان از دو فلز هم جنس برای الکترولیت استفاده کرد. حال اگر با استفاده از دو میله مس و روی مدار بسته‌ای را تشکیل دهیم، الکترون‌های اضافی ورقه روی از طریق مدار خارجی وارد الکترود مس می‌شود و از داخل الکترولیت، الکترون‌ها از مس به سمت روی می‌روند.



شکل ۵۳ـ۱ـ فرایند تولید ولتاژ در پیل

چون میلهٔ مس نسبت به روی دارای پتانسیل مثبت است به آن قطب مثبت یا آند می‌گویند. فرایند تولید ولتاژ در شکل ۵۳ـ۱ نشان داده شده است. این پیل را پیل ولتا می‌نامند. نماد پیل در شکل ۵۴ـ۱ و نماد باتری در شکل ۵۵ـ۱ نشان داده شده است.

شکل ۵۴ـ۱ـ علامت قراردادی پیل


شکل ۵۵ـ۱ـ علامت قراردادی باتری

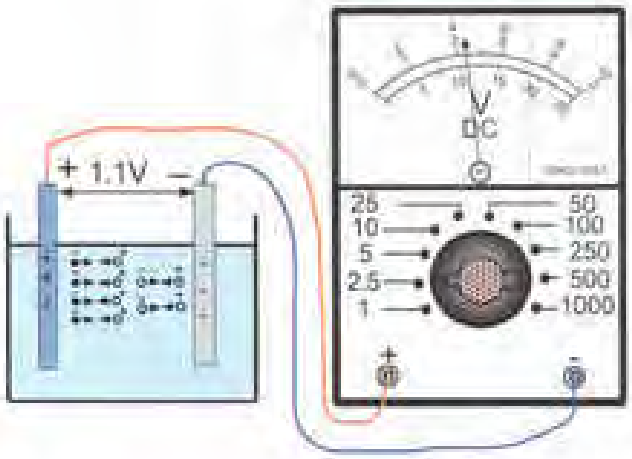
۱۱ـ۲ـ۱ـ آزمایش شماره (۴)

نام آزمایش: پیل ولتا

مدت زمان انجام آزمایش ۲ ساعت

هشدار

این آزمایش حتماً با نظارت دقیق مربیان آزمایشگاه انجام شود.



هدف‌های آزمایش: تولید الکتریسیته با استفاده از پیل ولتا

شرح خلاصه آزمایش: باتری یکی از مهم‌ترین منابع تولید الکتریسیته است. یک باتری از یک یا چند پیل تشکیل شده است. شما در این آزمایش یک پیل ساده را مورد آزمایش قرار می‌دهید و با انجام این آزمایش با چگونگی تولید ولتاژ توسط پیل آشنا می‌شوید. هنگام آزمایش مواظب باشید اسید سولفوریک روی بدن یا لباس شما نریزد.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد / مقدار
۱ـ لیوان با استکان بزرگ	۱ عدد
۲ـ مقاومت ۲۲Ω	۱ عدد
۳ـ کلید قطع و وصل ساده	۱ عدد
۴ـ میلی آمپرمتر یا آوومتر	۱ عدد
۵ ـ ولت‌متر	۱ عدد
۶ـ میله یا ورقه از جنس مس به طول ۷۰mm، عرض ۱۰mm، ضخامت ۲mm، یا میله استوانه‌ای به قطر ۶mm و طول ۷۰mm	۱ قطعه
۷ـ میله یا ورقه از جنس روی به طول ۷۰mm، عرض ۱۰mm، قطر ۲mm یا میله استوانه‌ای به طول ۷۰mm و قطر ۱۰mm	۱ قطعه
۸ـ محلول اسید سولفوریک رقیق	۱۵۰ میلی‌لیتر
۹ـ سیم گیره‌دار دو سر سوسماری	۸ رشته
۱۰ـ زمان‌سنج یا ساعت دقیق	۱ عدد

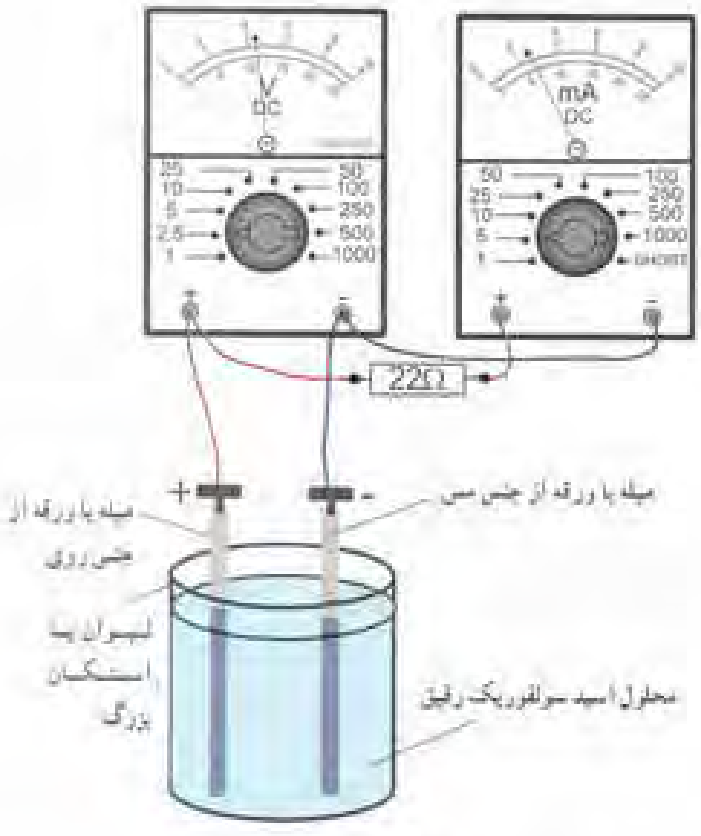
مراحل اجرای آزمایش

موضوع الف: تولید الکتریسیته با استفاده از پیل ولتا

■ در یک لیوان یا استکان نسبتاً بزرگ حدود ۸۰٪ حجم لیوان، محلول اسید سولفوریک رقیق بریزید.

■ یک میله یا ورقه مس و یک میله یا ورقه روی را در داخل لیوان قرار دهید.

■ طبق شکل ۵۶ـ۱ مدار را ببندید.



شکل ۵۶ـ۱

■ قبل از وصل کلید K ولتاژ را بخوانید و در جدول ۸ـ۱ یادداشت کنید.

■ رنج میلی آمپرمتر را روی ۲۵۰ mA بگذارید. کلید K را وصل کنید. جریان مدار را اندازه بگیرید و در جدول ۸ـ۱ یادداشت کنید.

■ پس از ۵ دقیقه باز دیگر جریان و ولتاژ را بخوانید و در جدول (۸ـ۱) یادداشت کنید.

■ ورقه مس را داخل اسید نکان دهید و ولتاژ و جریان را بخوانید و در جدول ۸ـ۱ یادداشت کنید.

جدول ۸ـ۱

اندازه‌گیری پس از تکان دادن میله مس		اندازه‌گیری پس از ۵ دقیقه		بعد از وصل کلید K		قبل از وصل کلید K	
۷٫	۱٫	۷٫	۱٫	۷٫	۱٫	۷٫	۱٫

سؤال ۱ـ چرا ولتاژ پس از ۵ دقیقه تغییر می‌کند؟ توضیح دهید.

سؤال ۲ـ چرا پس از تکان دادن میله مس در داخل محلول، ولتاژ و جریان تغییر می‌کند؟ توضیح دهید.

سؤال ۳ـ اگر به جریان بیشتری نیاز داشته باشیم چه تغییراتی باید در پیل مورد آزمایش داده شود؟ توضیح دهید.

در صورتی که نتوانستید به سؤالات فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت (۱ـ۲ـ۱) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

خلاصه آزمایش: آنچه را که در این آزمایش فراگرفته‌اید به اختصار شرح دهید.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این آزمایش را به صورت چند جمله مستقل از هم بنویسید.

آزمون

۱ـ نحوهٔ تولید ولتاژ در پیل ولتا را بنویسید.

۲ـ تفاوت پیل و باتری را شرح دهید.

در صورتی که نتوانستید به سؤالات فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت (۱۰ـ۳ـ۱) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

برای اجرای خودآزمایی عملی به مطالب انتهایی فصل اول خودآزمایی شماره (۱) مراجعه کنید.

۱۲ــ۲ــ۱ــ انواع پیل: با توجه به نوع الکترودها، نوع الکترولیت و موارد استفاده، پیل، انواع مختلفی پیل ساخته می‌شود. در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان پیل‌ها را به‌دو دسته اولیه و ثانویه تقسیم کرد.

پیل‌های اولیه پیل‌هایی هستند که قابل شارژ مجدد نیستند و پس از اتمام عمر مفید، باید آن‌ها را دور انداخت. از پیل‌های اولیه که معمولاً به صورت باتری ساخته می‌شود می‌توان انواع باتری‌های ساعت مچی یا باتری‌های چراغ‌قوه را نام برد.

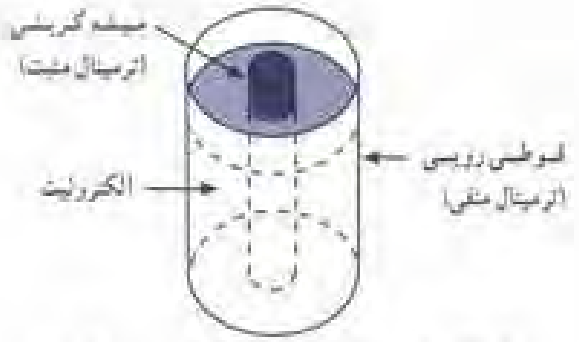
پیل‌های ثانویه پیل‌های قابل شارژ هستند. پس از خالی شدن مجدداً می‌توان آن‌ها را با جریان DC شارژ کرد. پیل‌های ثانویه نیز به صورت باتری ساخته می‌شوند. از انواع باتری‌های ثانویه می‌توان به باتری خودرو اشاره کرد که در انواع مختلف ساخته می‌شود.

پیل‌ها برحسب ساختمان و کاربرد نیز انواع مختلفی دارند. در این‌جا ساختمان پرکاربردترین باتری‌ها به اختصار بیان می‌شود.

الف: پیل روی ــ کربن

پیل روی ــ کربن یکی از رایج‌ترین پیل‌ها و از انواع باتری اولیه و غیرقابل شارژ است. باتری‌هایی که در اندازه‌های قلمی[1]، متوسط و بزرگ با کاربردهای گوناگون تولید و به بازار عرضه می‌شود. از این نوع است ولتاژ پیل روی ــ کربن ۱/۵ ولت است و به اندازهٔ پیل پسکلی دارد. به پیل روی ــ کربن پیل لکلانشه نیز می‌گویند.

شکل ۵۷ــ۱ نمای بیرونی پیل روی ــ کربن را نشان می‌دهد. قطب مثبت این پیل را یک میلهٔ کربنی تشکیل می‌دهد که درون یک قوطی توخالی (ظرف استوانه‌ای) از جنس روی که ترمینال منفی پیل می‌باشد قرار دارد. ارتفاع میله کربنی می‌بایستی از ارتفاع ظرف روی کمتر باشد تا تماس مستقیم بین دو الکترود برقرار نشود. فضای بین میله کربنی و استوانه روی را از یک ماده الکترولیت مناسب پر می‌کنند. الکترولیت مناسب برای این نوع پیل، ذرات پودر کربن همراه با محلول کلرید آمونیوم و دی‌اکسید منگنز است که به شکل خمیر درون پیل قرار می‌گیرد. پس از تکمیل پیل، قسمت بالای آن را به وسیلهٔ یک عایق که

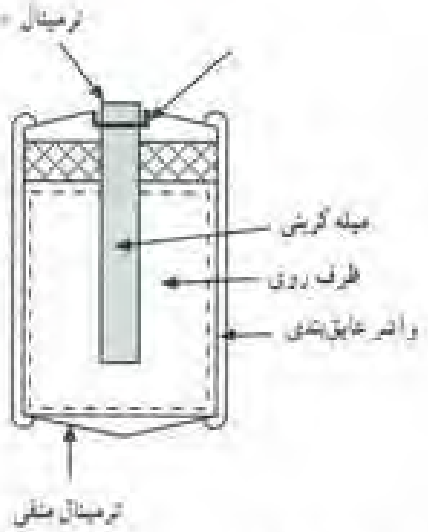


شکل ۵۷ــ۱ــ ساختمان شکل ظاهری پیل روی ــ کربن

۱ــ پیل‌های متداول در بازار را به غلط باتری می‌نامند که بسیار رایج است مثلاً به جای پیل قلمی، باتری قلمی گفته می‌شود که از غلط‌های مصطلح است.

معمولاً قیراست مهروموم می‌کنند. شکل ۵۸ـ۱ ساختمان داخلی این نوع پیل را نشان می‌دهد.

در اثر کشیدن جریان از پیل آب تولید می‌شود. این آب سبب مرطوب شدن خمیر موجود در پیل و بهبود کار پیل می‌شود. در صورتی که مهروموم باتری به خوبی صورت نگیرد، آب تولید شده در پیل در حین کار ممکن است با سایر ترکیبات داخلی پیل به صورت مایع از درون پیل به بیرون نشت کند.



شکل ۵۸ـ۱ـ ساختمان داخلی پیل روی ـ کربن

ب: پیل قلیایی (آلکالین)

ساختمان و طرز کار این پیل شبیه به پیل روی ـ کربن است. الکترود منفی از جنس روی و الکترود مثبت از جنس دی‌اکسید منگنز ساخته می‌شود. الکترولیت این نوع پیل یک نوع ترکیب قلیایی (مانند هیدروکسید پتاسیم) می‌باشد.

ولتاژ پیل قلیایی مانند پیل روی ـ کربن برابر با ۱/۵ ولت است. با داشتن پیل‌هایی با ابعاد مشابه، پیل قلیایی می‌تواند گنجایش جریان دو تا ۵ برابر پیل روی کربن را داشته باشد. همچنین در اثر کشیدن جریان، ولتاژ پیل قلیایی نسبت به پیل روی کربن کاهش کمتری دارد. در زمانی که جریان بیشتر همراه با عمر بیشتر مدنظر باشد از پیل‌های قلیایی که گران‌تر از پیل‌های روی ـ کربن است استفاده می‌شود. شکل ظاهری این پیل‌های قلیایی با روی کربن یکی است، فقط روی پیل‌های قلیایی واژهٔ «ALKALINE» نوشته می‌شود. شکل ۵۹ـ۱

شکل ۵۹ـ۱ـ چند نمونه باتری آلکالین

ج: پیل‌های لیتیوم (Lithium)

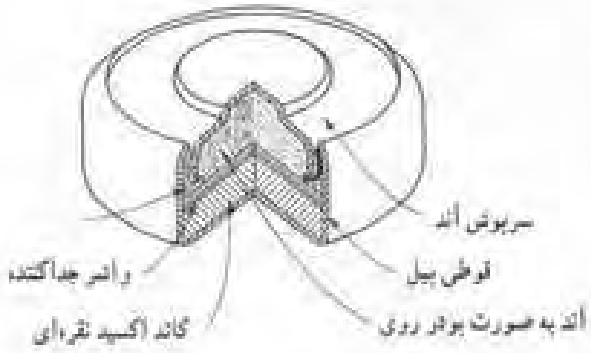
نوع دیگری از پیل‌های یک بار مصرف، پیل‌های لیتیوم هستند که اخیراً نوع قابل شارژ آن نیز ساخته شده است. از ویژگی این نوع پیل‌ها، ولتاژ خروجی زیاد (۲/۹ تا ۳/۷ ولت بستگی به الکترولیت آن)، طول عمر زیاد (۵ تا ۷ سال)، وزن کم و حجم کم آن است. از این رو از این باتری در ساعت‌های مچی و کلیه کاربردهای ویژه استفاده می‌شود. شکل ۶۰ـ۱ نمونه‌هایی از انواع باتری را نشان می‌دهد.

شکل ۶۰ـ۱ـ نمونه‌هایی از پیل‌های لیتیوم

د: پیل اکسید نقره

این نوع پیل که به تازگی تولید و به بازار عرضه شده دارای ولتاژ ۱/۵ ولت است. پیل اکسید نقره در ابعاد بسیار کوچک تولید می‌شود به همین جهت در ساعت‌های مچی یا دستگاه‌های مشابه کوچک که با باتری ۱/۵ ولت کار می‌کنند مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در شکل ۶۱ـ۱ ساختمان داخلی این نوع پیل نشان داده شده است. الکترولیت به‌کار رفته در این پیل هیدروکسید پتاسیم است.



شکل ۶۱ـ۱ـ ساختمان پیل اکسید نقره

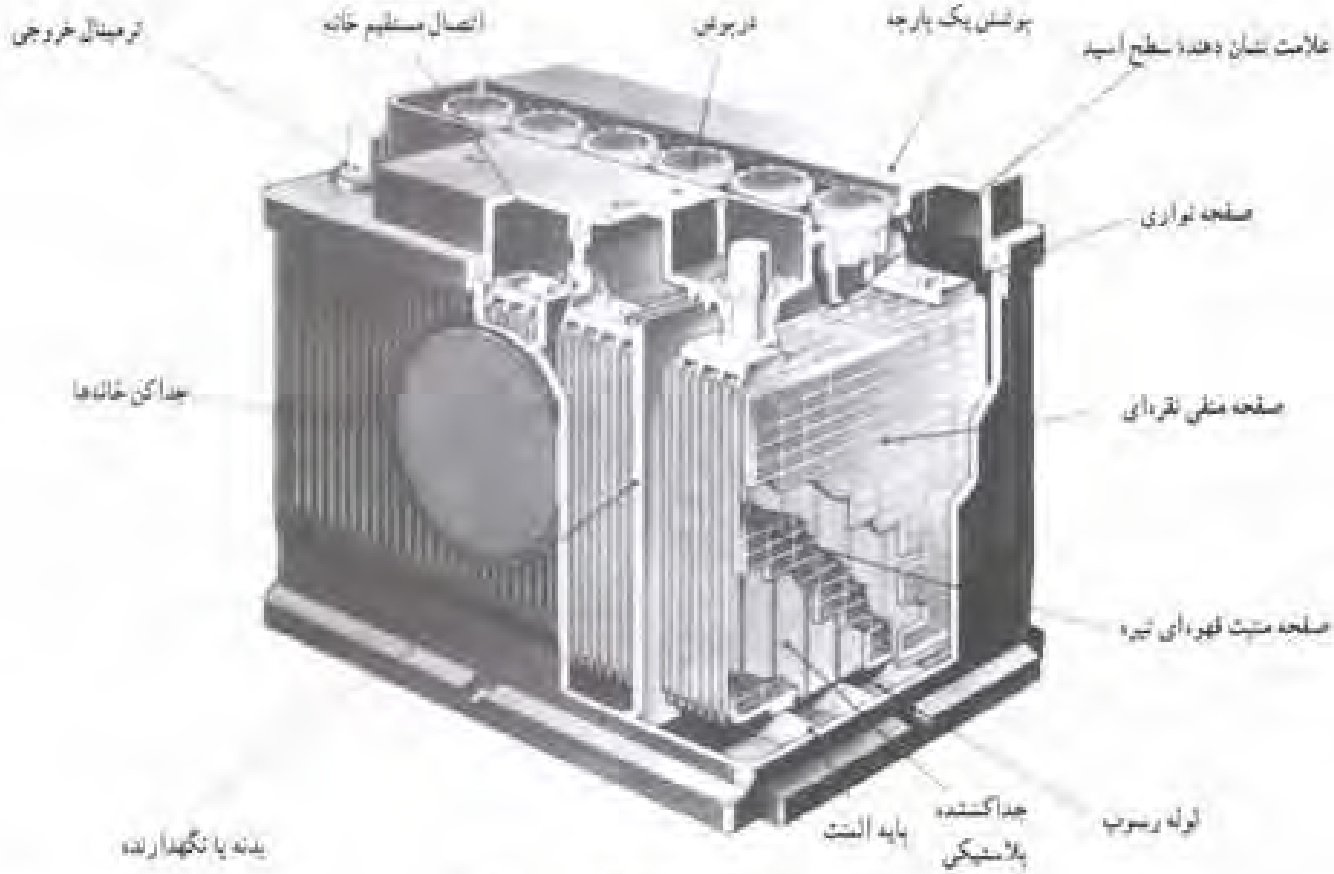
هـ: پیل سرب ـ اسید

پیل سرب ـ اسید یکی از قدیمی‌ترین و رایج‌ترین پیل‌ها و از نوع ثانویه است و قابل شارژ شدن است. در باتری‌های به کار رفته در اکثر اتومبیل‌ها از این نوع پیل استفاده می‌شود. الکترود مثبت پیل سرب ـ اسید از جنس سرب اسفنجی و الکترود منفی آن از جنس اکسید سرب و الکترولیت درون پیل اسیدسولفوریک رقیق است.

در شکل ۶۴ـ۱ یک نمونه باتری سرب ـ اسید که معمولاً در اتومبیل به کار می‌رود نشان داده شده است.

شکل ۶۴ـ۱ـ یک نمونه باتری سرب ـ اسید

در شکل ۶۳ـ۱ یک نمونه باتری ۱۲ ولتی اتومبیل متشکل از ۶ پیل سرب ـ اسید را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶۴ـ۱ـ ساختمان داخلی باتری سرب ـ اسید

و: پیل‌های نیکل ــ کادمیوم

این پیل نیز از پیل‌های ثانویه است و قابل شارژ شدن است. ولتاژ نامی آن ۱/۲ ولت و در حالت بی‌باری ۱/۳ تا ۱/۳۸ ولت می‌باشد. میزان جریان دهی لحظه‌ای این پیل خیلی زیاد است و به دفعات بسیار زیاد می‌تواند شارژ شود. این پیل را می‌توان به‌طور کامل تخلیه و مجدداً شارژ کرد. باتری بسیاری از اتومبیل‌های جدید و همچنین بعضی از تلفن‌های همراه از ترکیب پیل‌های نیکل ــ کادمیوم است.

معمولاً بر روی باتری‌های نیکل کادمیوم واژهٔ «RECHARGABLE» به معنی قابل شارژ شدن را می‌نویسند. در شکل ۶۴ــ۱ نمونه‌هایی از باتری‌های نیکل کادمیوم نشان داده شده است.

شکل ۶۴ــ۱ــ نمونه‌هایی از باتری‌های قابل شارژ (نیکل کادمیوم) که مصارف خانگی دارند.

اندازه باتری‌های کوچک که مصرف خانگی دارند مانند رادیوهای کوچک، ساعت و غیره را با حروف مشخص می‌کنند. مثلاً باتری AA بزرگ‌تر از AAA است. در شکل ۶۵ــ۱ نام انواع باتری‌های خانگی در زیر هر یک نوشته شده است.

شکل ۶۵ــ۱ــ مقایسه انواع باتری‌های قلمی، متوسط و بزرگ از نظر تشابهی با حروف

۱۲ــ۲ــ۱ــ تولید الکتریسیته به کمک انرژی حرارتی:

یکی از شیوه‌های تولید الکتریسیته (برق)، استفاده و تبدیل سایر انرژی‌ها به انرژی الکتریکی است. در این قسمت به‌طور خیلی خلاصه تبدیل انرژی حرارتی به انرژی الکتریکی را مورد بحث قرار می‌دهیم.

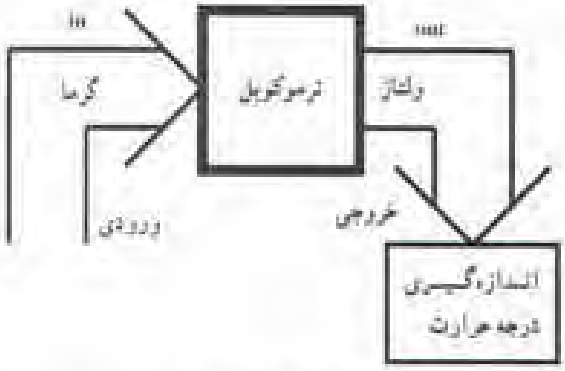
برای تبدیل مستقیم انرژی حرارتی به انرژی الکتریکی از وسیله‌ای به نام ترموکوپل استفاده می‌شود.

شکل ۶۶ــ۱ــ گرما ساختمان یک ترموکوپل که با تابیدن دو سیم از دو جنس مختلف به‌وجود آمده است.

یک ترموکوپل از دو فلز مختلف مثل مس و آهن تشکیل می‌شود. یک طرف دو فلز به یکدیگر تابانده شده و یا به هم پرس می‌شوند. اگر محل اتصال این دو فلز بهم پرس شده یا تابانده شده را حرارت دهیم در دو سر دیگر این دو فلز ولتاژی به‌وجود می‌آید.

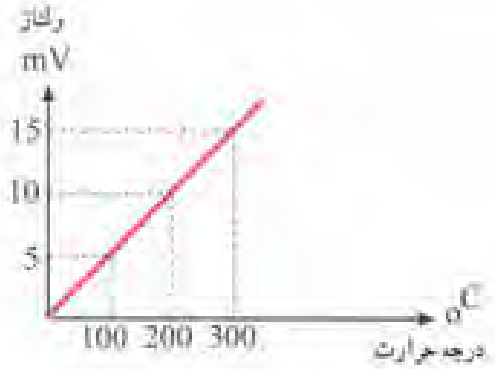
شکل الف ــ ۶۷ــ۱ ــ ساختمان یک ترموکوپل که با پرس‌کردن دو جنس مختلف به‌وجود آمده است.

مقدار ولتاژی که ترموکوپل‌ها تولید می‌کنند در حدود چند ده‌میلی ولت است. امروزه از ترموکوپل در صنعت برای اندازه‌گیری درجه حرارت استفاده می‌کنند ولی در گذشته آن را برای تولید الکتریسیته و به‌کار انداختن یک وسیله برقی کم‌مصرف استفاده می‌کردند (شکل ب : ۶۷ــ۱).



شکل ب ــ ۶۷ــ ۱

ولتاژ تولید شده دو سر ترموکوپل، با حرارت محل اتصال دو فلز غیرهمنام رابطه خطی دارد. به عنوان مثال اگر به ازای یک درجه سانتیگراد حرارت، در دو سر ترموکوپل یک میلی ولت ولتاژ تولید شود، به ازای دو درجه سانتی‌گراد دو میلی ولت ولتاژ تولید می‌شود.



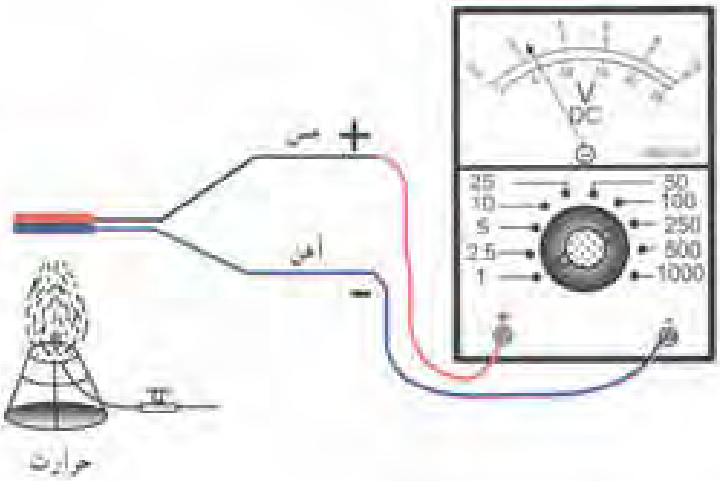
شکل ج ــ ۶۷ــ ۱ ــ تغییرات ولتاژ با تغییرات حرارت در ترموکوپل به صورت خطی تغییر می‌کند.

۱۴ـ۲ـ۱ـ آزمایش شماره (۵)

مدت زمان انجام آزمایش ۲ ساعت

نام آزمایش: تولید الکتریسیته به کمک انرژی حرارتی

هدف‌های آزمایش: الف : تولید الکتریسیته به کمک ترموکوپل



شرح خلاصه آزمایش: در این آزمایش شما با چگونگی تولید جریان DC (ولتا DC) از طریق تبدیل انرژی حرارتی به انرژی الکتریکی عملاً آشنا می‌شوید. ابتدا یک ترموکوپل ساده را با تاباندن دو رشته سیم مسی و آهنی می‌سازید و سپس مورد آزمایش قرار می‌دهید. ترموکوپل‌هایی که در عمل ساخته می‌شوند، به جای تاباندن دو رشته سیم غیر هم‌جنس، دو فلز را به یکدیگر پرس می‌کنند.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد/ مقدار
۱ـ سیم مفتولی از جنس مس، نمره ۲/۵ به طول ۲۰ سانتی‌متر	۱ رشته
۲ـ سیم مفتولی از جنس آهن، نمره ۲/۵ به طول ۲۰ سانتی‌متر	۱ رشته
۳ـ انبردست	۱ عدد
۴ـ ولت‌متر یا آوومتر (عقربه‌ای یا دیجیتالی)	۱ دستگاه
۵ـ چراغ الکلی	۱ عدد

مراحل اجرای آزمایش

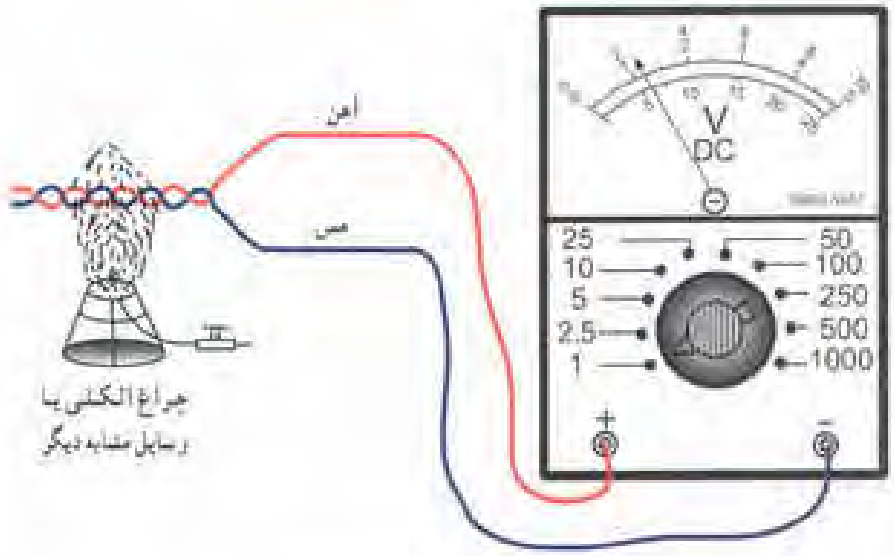
موضوع الف: تولید الکتریسیته به کمک ترموکوپل

■ ابتدا وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید. چنانچه مفتول‌های مسی و آهنی روپوش‌دار هستند، از یک طرف یک سانتی‌متر و از طرف دیگر هفت سانتی‌متر روپوش‌برداری کنید.

■ دو سیم مسی و آهنی را کنار هم قرار دهید و از طرفی که هفت سانتی‌متر روپوش‌برداری شده است حدود پنج سانتی‌متر را به کمک انبردست محکم به هم بتابانید (شکل ۶۸ـ۱).

شکل ۶۸ـ۱

■ ترموکوپل آماده آزمایش است. مدار شکل ۶۹ـ۱ را ببندید.



شکل ۶۹ـ۱ـ مدار آزمایش ترموکوپل

■ قبل از اینکه محل اتصال دو سیم را حرارت دهید، ولتاژ دو سر ترموکوپل را به کمک ولت‌متر اندازه بگیرید و در جدول ۹ـ۱ یادداشت کنید.

■ کلید رنج ولت‌متر DC روی ۲/۵ میلی‌ولت قرار دهید.

■ به کمک یک چراغ الکلی یا وسایل مشابه دیگر، ترموکوپل را در دو مرحله حرارت دهید. در مرحله اول، شعلهٔ چراغ را خیلی کم کنید. ولتاژ دو سر ترموکوپل را به کمک ولت‌متر اندازه بگیرید و در جدول ۹ـ۱ یادداشت کنید.

جدول ۹ـ۱

ولتاژ دو سر ترموکوپل	مقدار حرارت محل اتصال دو سیم
	بدون حرارت
	با حرارت کم
	با حرارت زیاد

■ در مرحله دوم، مقدار شعله را زیاد کنید و ولتاژ دو سر ترموکوپل را اندازه بگیرید و در جدول ۹ـ۱ یادداشت کنید.

سؤال: چه نتیجه‌ای از جدول ۹ـ۱ می‌گیرید؟ توضیح دهید.

در صورتی که نتوانستید به سؤالات فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت ۱۲ـ۲ـ۱ مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

خلاصه آزمایش: آنچه را که در این آزمایش آموخته‌اید به اختصار شرح دهید.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این آزمایش را با ذکر مشکلات خود به‌طور خلاصه بیان کنید.

آزمون

۱ـ یک ترموکوپل از چه از اجزایی تشکیل شده است؟ نام ببرید.

۲ـ اگر مقدار حرارت اعمالی به ترموکوپل را افزایش دهیم، چه اتفاقی می‌افتد؟ شرح دهید.

۳ـ در ترموکوپل مورد آزمایش کدام سیم قطب مثبت و کدام سیم قطب منفی است؟

در صورتی که نتوانستید به سؤالات فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت (۱۲ـ۲ـ۱) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

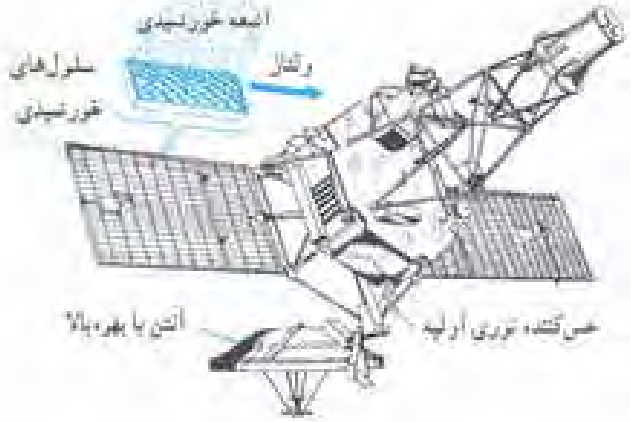
برای اجرای خودآزمایی عملی به انتهای فصل اول خودآزمایی شماره ۲ مراجعه کنید.

۱۵ـ۲ـ۱ـ تولید الکتریسیته به کمک انرژی نور:

یکی دیگر از انواع انرژی‌هایی که می‌تواند مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل شود، انرژی نور است. برای تبدیل انرژی نور به انرژی الکتریکی از قطعه‌ای به نام سلول خورشیدی یا سلول فتوولتائیک (photovoltaic) استفاده می‌کنند. سلول خورشیدی یک قطعه از جنس نیمه هادی‌ها (در حقیقت یک اتصال PN) است که با تابش مستقیم نور به آن، ولتاژ DC تولید می‌شود. هرقدر نور تابیده شده به آن بیشتر باشد مقدار ولتاژ دو سر آن نیز بیشتر می‌شود. ولتاژ دو سر هر سلول خورشیدی حدود ۰/۴ تا ۰/۶ ولت است. در شکل ۷۰ـ۱ یک نمونه سلول خورشیدی نشان داده شده است.

شکل ۷۰ـ۱ـ یک نمونه سلول خورشیدی

تمامی ماهواره‌ها و سفینه‌های فضایی، انرژی الکتریکی مورد نیاز خود را از طریق تبدیل نور خورشید توسط سلول‌های خورشیدی به انرژی الکتریکی تأمین می‌کنند. در شکل ۷۱ـ۱ یک فضاپیما نشان داده شده است که انرژی الکتریکی مورد نیاز خود را از تبدیل نور خورشید به انرژی الکتریکی تأمین می‌کند.



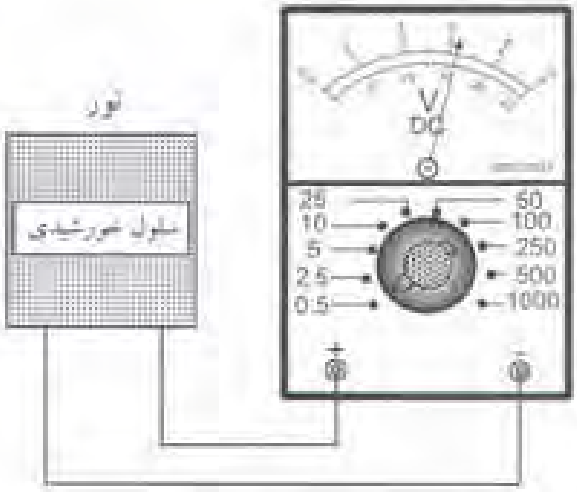
شکل ۷۱ـ۱

۱۶ـ۲ـ۱ـ آزمایش شماره (۶)

مدت زمان انجام آزمایش ۲ ساعت

نام آزمایش: تولید الکتریسته به کمک انرژی نورانی

هدف‌های آزمایش: تولید الکتریسته به کمک سلول خورشیدی



شرح خلاصه آزمایش: در این آزمایش شما عملاً با چگونگی تولید ولتاژ DC از طریق تبدیل انرژی نورانی به انرژی الکتریکی آشنا می‌شوید. در مراحل اجرای آزمایش یک سلول خورشیدی در اختیار شما گذاشته می‌شود که با تابانیدن نور به سلول خورشیدی، ولتاژ دو سر آن را اندازه می‌گیرید. همچنین با تغییر نور به تغییرات ولتاژ خروجی سلول خورشیدی آن را اندازه می‌گیرید.

منبع ولتاژ ماشین حساب‌های نوری، معمولاً ۲ سلول خورشیدی است که با یکدیگر سری می‌شوند و ولتاژی در حدود ۲/۵ تا ۳ ولت تولید می‌کنند.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد/ مقدار
۱ـ سلول خورشیدی	یک عدد
۲ـ ولت‌متر DC	یک دستگاه
۳ـ میلی آمپرمتر DC	یک دستگاه
۴ـ سیم‌های رابط ۵۰ سانتی‌متری	دو عدد

مراحل اجرای آزمایش

موضوع الف: تولید الکتریسیته به کمک سلول خورشیدی

■ وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

■ سلول خورشیدی را به دو سر یک ولت‌متر وصل کنید و در هر یک از حالات زیر ولتاژ دو سر آن را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

■ کلید حوزه کار ولت‌متر را روی ۱۰۰ میلی‌ولت قرار دهید و روی سلول خورشیدی را با یک پارچه یا وسیله مشابه دیگری کاملاً بپوشانید و ولتاژ دو سر آن را به کمک ولت‌متر اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

(ولتاژ دو سر سلول خورشیدی در حالت تقریباً تاریک)

E_1 =.....mV

■ کلید رنج ولت‌متر را در در حالت ۵۰۰ میلی‌ولت قرار دهید و فقط نور معمولی اتاق را به سلول خورشیدی بتابانید، در این حالت ولتاژ دو سر سلول خورشیدی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

(ولتاژ دو سر سلول خورشیدی در حالت نور معمولی)

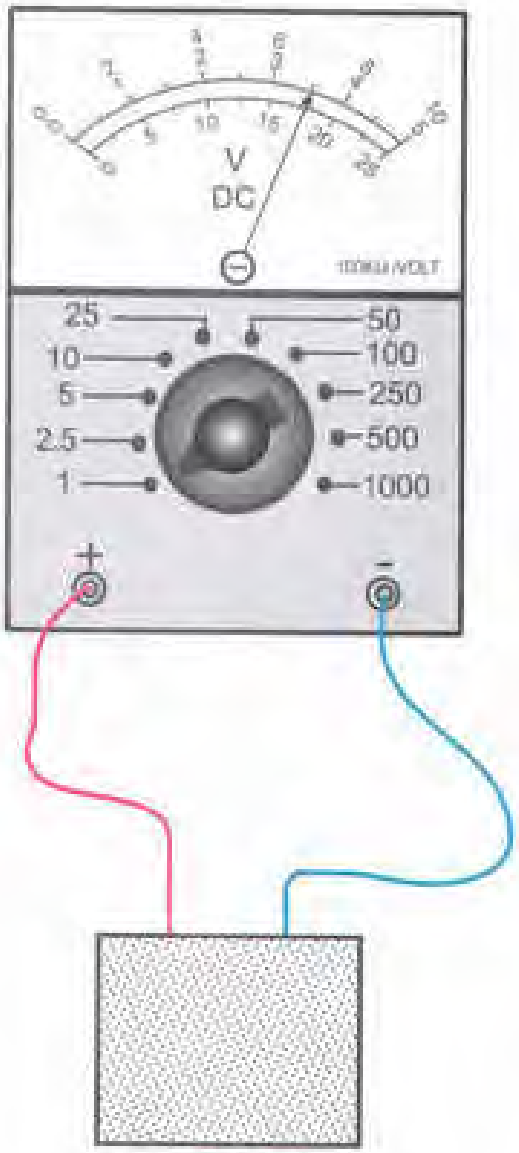
E_2 =.....mV

■ کلید رنج ولت‌متر را در حالت ۷۵۰ میلی ولت بگذارید و سلول خورشیدی را در معرض نور شدید خورشید یا لامپ قرار دهید. ولتاژ خروجی سلول خورشیدی را با استفاده از ولت‌متر اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

(ولتاژ دو سر سلول خورشیدی در حالت نور زیاد)

E_3 =.....mV

سؤال: با توجه به مقدار ولتاژ خروجی در نورهای مختلف، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.



شکل ۷۲ـ۱ـ مدار آزمایش سلول خورشیدی

در صورتی که نتوانستید به سؤالات فوق پاسخ دهید یا تست به پاسخ خود ترید داشتید به قسمت (۱۵ـ۲ـ۱) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

■ با یک میلی‌آمپر متر یک لحظه کوتاه، دو سر سلول خورشیدی را هنگامی که در معرض نور معمولی قرار دارد مطابق شکل ۷۳ـ۱ اتصال کوتاه کنید و جریان آن را از روی میلی‌آمپرمتر بخوانید و یادداشت کنید.

$I_{sc}^{(1)}$ =.....mA

■ مقدار نور تابیده به سلول خورشیدی را به هر طریقی که ممکن است زیاد کنید و جریان اتصال کوتاه آن را یادداشت کنید.

I_{sc} =.....mA

■ سلول‌های خورشیدی در ابعاد مختلف و برای جریان‌های خروجی مختلف ساخته می‌شوند. امروزه یکی از راه‌های تأمین انرژی الکتریکی، تبدیل انرژی نورانی (نور خورشید) به انرژی الکتریکی توسط سلول‌های خورشیدی است.

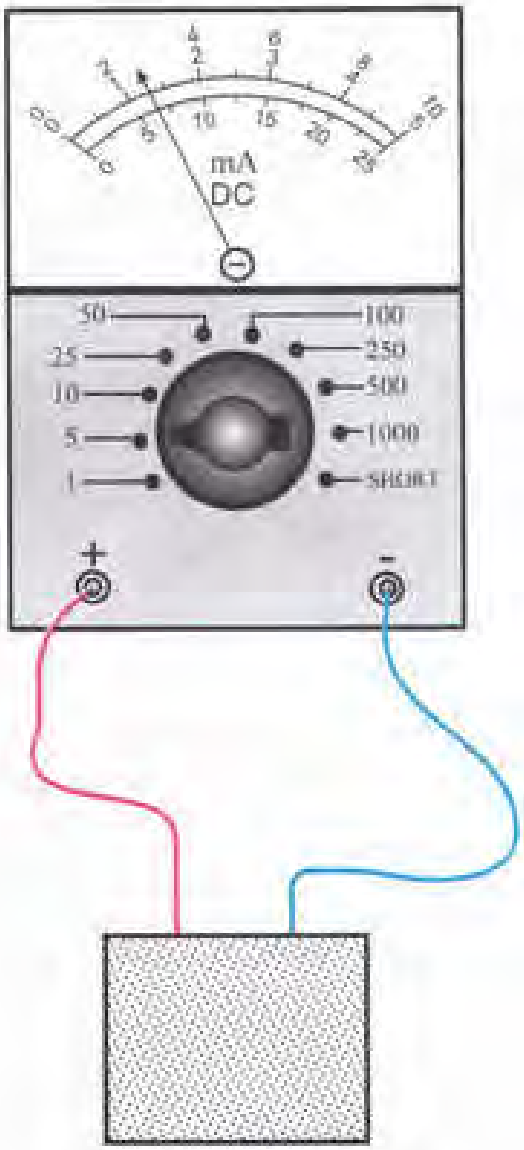
خلاصه آزمایش: آنچه را در این آزمایش فرا گرفته‌اید به اختصار شرح دهید.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از آزمایش را به‌طور خلاصه به صورت تیتروار بیان کنید.

آزمون

۱ـ ولتاژ خروجی سلول خورشیدی در نور معمولی حدوداً چند میلی‌ولت است؟

۲ـ مزایای تبدیل انرژی نورانی به انرژی الکتریکی نسبت به تبدیل به سایر انرژی‌ها چیست؟



سلول خورشیدی

شکل ۷۳ـ۱

در صورتی که نتوانستید به سؤالات فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت (۱۶ـ۲ـ۱) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

جریان اتصال کوتاه = I_{sc} = I_{short} = ۱

۳ــ۱ــ منبع تغذیه

۱ــ۳ــ۱ــ آشنایی با منبع تغذیه:

منبع تغذیه یک دستگاه الکترونیکی است که ولتاژ موجود (معمولاً ولتاژ ۲۲۰ ولت برق شهر) را دریافت و آن را تبدیل به ولتاژ جریان مستقیم مورد نیاز برای مدارهای الکترونیکی می‌کند. خروجی منبع تغذیه (ولتاژ DC) می‌تواند ثابت یا متغیر باشد. در صورتی که منبع تغذیه دارای ولتاژ خروجی متغیر باشد روی پانل* دستگاه، یک ولوم قرار می‌دهند. با تغییر این ولوم می‌توان ولتاژ خروجی را به مقدار دلخواه تنظیم کرد. در شکل ۷۴ــ۱ دو نمونه منبع تغذیه آزمایشگاهی با خروجی متغیر نشان داده شده است.

با این ولوم می‌توان ولتاژ خروجی را به میزان دلخواه تنظیم کرد.

با این ولوم می‌توان جریان خروجی را به میزان دلخواه تنظیم کرد.

شکل ۷۴ــ۱ــ دو نمونه منبع تغذیه آزمایشگاهی

بیشتر منابع تغذیه آزمایشگاهی، دارای یک ولت‌متر و یک آمپرمتر هستند تا ولتاژ دو سر خروجی منبع تغذیه و جریان مصرف کننده را بدون نیاز به یک ولت‌متر و آمپرمتر دیگر، نشان دهند. از طرفی برای محدود کردن جریان خروجی در مقابل اتصال کوتاه و یا به هر دلیل دیگر، یک ولوم به نام «Current» روی دستگاه نصب شده است با تنظیم این ولوم می‌توان جریان خروجی منبع تغذیه به هر مقدار دلخواه تنظیم کرد.

در منابع تغذیه‌ای که سیستم حفاظت در مقابل اتصال کوتاه دارند، برای تنظیم حداکثر جریان خروجی، دو ترمینال ولتاژ خروجی را با یکدیگر اتصال کوتاه می‌کنند و با تغییر ولوم «CURRENT» مقدار ماکزیمم جریان خروجی منبع تغذیه را تنظیم می‌کنند. شکل ۷۵ــ۱، توجه داشته باشید هنگام اتصال کوتاه خروجی، ولتاژ دو سر ترمینال منبع تغذیه نزدیک به صفر می‌شود.

با فشار دادن این کلید صفحه نمایش مقدار جریان را نشان می‌دهد.

با تغییر این ولوم می‌توان ماکزیمم جریان خروجی را تنظیم کرد.

با یک سیم رابط دو ترمینال خروجی را اتصال کوتاه می‌کنیم.

شکل ۷۵ــ۱ــ نحوه تنظیم جریان خروجی یک منبع تغذیه.

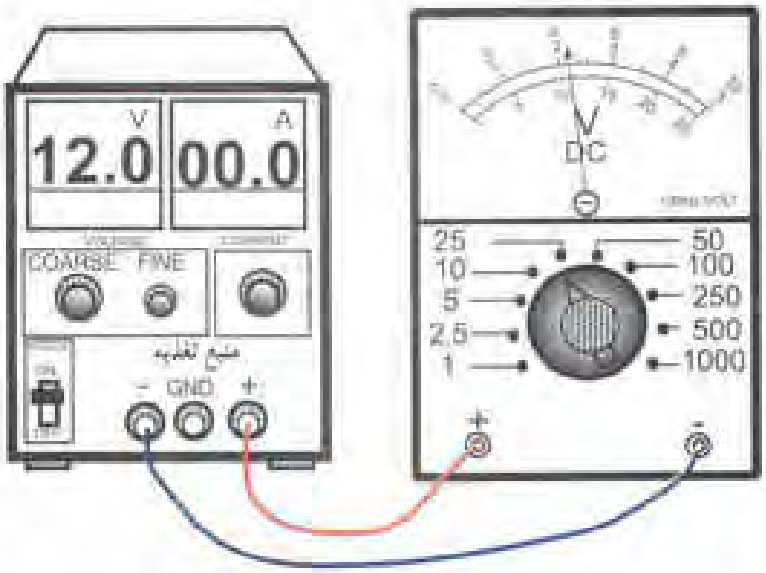
* صفحه جلوی هر دستگاه الکترونیکی را پانل آن دستگاه می‌نامند.

مدت زمان انجام آزمایش ۲ ساعت

۲ـ۳ـ۱ـ آزمایش شماره (۷)

نام آزمایش: منبع تغذیه DC

هدف‌های آزمایش: آشنایی با منبع تغذیه و تنظیم ولتاژ و جریان خروجی آن



شرح خلاصه آزمایش: در این آزمایش شما با منبع تغذیه آزمایشگاهی آشنا می‌شوید. منبع تغذیه یکی از اصلی‌ترین ابزارهای آزمایشگاهی برای تأمین ولتاژ DC مورد نیاز جهت استفاده در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی است. با منبع تغذیه می‌توان مقدار ولتاژ مورد نیاز را در خروجی آن تنظیم کرد. منابع تغذیه را معمولاً به صورت صفر تا ۱۵، ۲۵ تا ۳۰ یا ۴۰ ولت می‌سازند. برخی از منابع تغذیه دوبل هستند و می‌توانند تا حدود ۶۰ ولت تولید کنند.

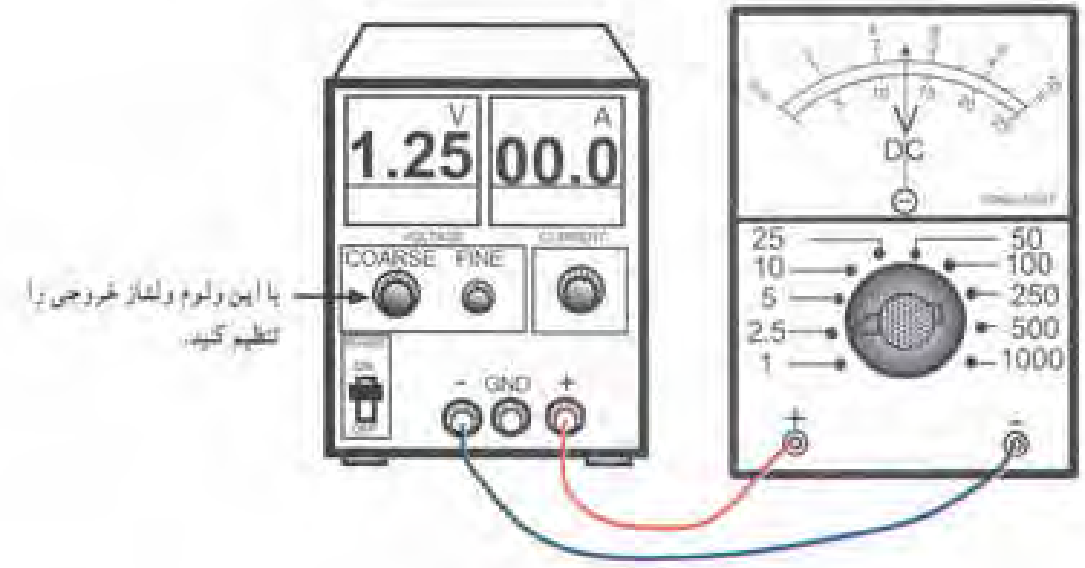
تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد/ مقدار
۱ـ منبع تغذیه 0-30V	یک دستگاه
۲ـ سیم رابط ۵۰ سانتی‌متری	دو رشته
۳ـ ولت‌متر DC	یک دستگاه

مراحل اجرای آزمایش

موضوع الف: آشنایی با منبع تغذیه و تنظیم ولتاژ و جریان خروجی آن

- وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.
- منبع تغذیه را با احتیاط کامل به برق شهر وصل کنید.
- مدار شکل ۷۶ــ۱ را ببندید. حتی اگر منبع تغذیه شما ولت‌متر داشت باز هم، خروجی آن را حتماً به ولت‌متر جداگانه وصل کنید.



شکل ۷۶ــ۱

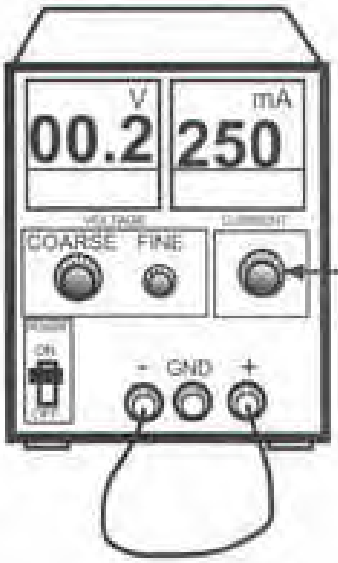
- منبع تغذیه را روشن کنید.
- سعی کنید به کمک ولت‌متر جداگانه‌ای که به منبع تغذیه وصل کرده‌اید، ولتاژ خروجی را روی ۱/۲۵۷، ۳/۸۵۷، ۲/۵۷، ۵/۱۷ و ۶/۸۵ ولت تنظیم کنید.
- هنگام اندازه‌گیری ولتاژ رنج کلیه ولت‌متر را طوری انتخاب کنید که انحراف عقربه، بیشترین مقدار ممکن را داشته باشد به عنوان مثال اگر می‌خواهید ولتاژ ۴/۵ ولت را اندازه بگیرید رنج ولت‌متر را روی ۵۷ قرار دهید.
- بر روی اکثر منابع تغذیه، علاوه بر ولوم تنظیم ولتاژ، یک ولوم دیگر بنام FINE وجود دارد که با تغییر این ولوم می‌توان ولتاژ خروجی را در حد دهم ولت تنظیم کرد.

■ ولتاژ خروجی را روی ۶/۲۴ ولت تنظیم کنید.

■ دو سر منبع تغذیه را اتصال کوتاه کنید و با ولوم CURRENT جریان خروجی را روی ۲۵۰ mA تنظیم کنید.

■ مقدار ولتاژ و جریان اتصال کوتاه را از روی ولت‌متر و آمپرمتر خود منبع تغذیه اندازه بگیرید. (شکل ۷۷ـ۱).

سؤال: چرا هنگام تنظیم جریان خروجی، ولت‌متر ولتاژ صفر را نشان می‌دهد. توضیح دهید.



با این ولوم جریان خروجی را روی ۲۵۰ میلی‌آمپر تنظیم کنید.

شکل ۷۷ـ۱

■ با استفاده از ولت‌متر خارجی، ولتاژ دو سر منبع تغذیه را در حالت اتصال کوتاه اندازه بگیرید و مقدار آن را یادداشت کنید.

V_{sc} =..... volt

در صورتی که نتوانستید به سؤالات فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت (۱ـ۳ـ۱) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

خلاصه آزمایش: آنچه را که در این آزمایش فرا گرفته‌اید به اختصار شرح دهید.

نتیجه‌گیری: نتایج به دست‌آمده از این آزمایش را به‌طور خلاصه و به صورت تیتروار بنویسید.

آزمون

۱ـ کاربرد منبع تغذیه کجاست؟ در ذیل توضیح دهید.

در صورتی که نتوانستید به سؤالات فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت (۱ـ۳ـ۱) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

۴ـ۱ـ قانون اهم[1]

۱ـ۴ـ۱ـ بررسی قانون اهم: رابطهٔ بین مقاومت، شدت جریان و اختلاف پتانسیل را نخستین بار فیزیکدانی آلمانی به نام اهم بیان کرد. از این رو این رابطه به نام قانون اهم شناخته می‌شود. براساس قانون اهم، در هر مدار، بین ولتاژ دو سر مقاومت، شدت جریانی که از مدار می‌گذرد و مقاومت موجود در مدار، رابطه‌ای مستقیم و خطی برقرار است. طبق این قانون، اختلاف پتانسیل دو سر مدار برحسب ولت برابر است با حاصل ضرب مقاومت برحسب اهم در شدت جریان برحسب آمپر.

	مقاومت بر	اختلاف پتانسیل
شدت جریان	حسب اهم	برحسب ولت
I	× R	= E

و شدت جریان با اختلاف پتانسیل نسبت مستقیم دارد و با مقاومت نسبت عکس. در مداری که اختلاف پتانسیل ۱ ولت بین دو سر مقاومت ۱ اُهمی برقرار باشد جریانی با شدت ۱ آمپر از مدار می‌گذرد.

شکل ۷۸ـ۱ الف $I=\frac{E}{R}=\frac{1V}{1\Omega}=1$

با ۲ برابر شدن ولتاژ (اختلاف پتانسیل) و ثابت‌ماندن مقاومت شدت جریان ۲ برابر می‌شود. شکل ۷۸ـ۱ ب

$$I=\frac{E}{R}=\frac{2V}{1\Omega}=2$$

همچنین اگر اختلاف پتانسیل دو سر مدار را نصف کنیم

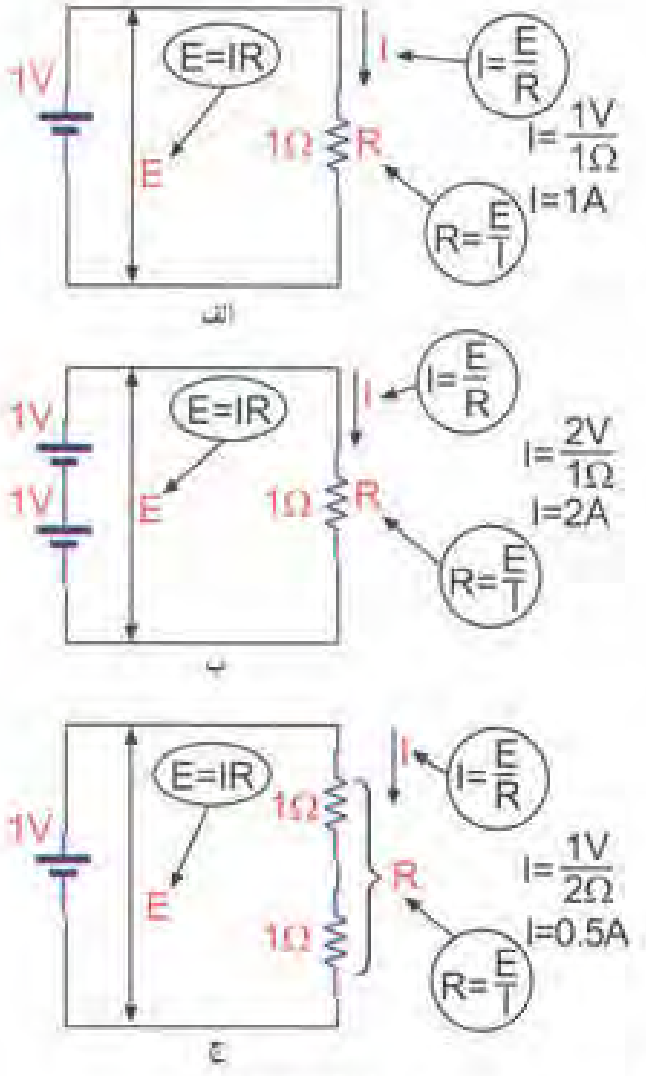
$$I=\frac{E}{R}=\frac{0/5V}{1\Omega}=0/5$$

جریان نصف می‌شود.

هم‌چنین با ۲ برابرشدن مقاومت شدت جریان نصف می‌شود. شکل ۷۸ـ۱ ج

مثال ۱ـ به دو سر یک مقاومت ۱۰۰Ω یک ولتاژ ۱۰ ولت اعمال می‌کنیم جریان گذرنده از مدار چند آمپر است؟

$$I=\frac{E}{R}=\frac{10}{100}=0/1A=100mA$$



شکل ۷۸ـ۱ـ قانون اهم

شکل ۷۹ـ۱

۱ـ اهم نام فیزیکدان آلمانی است که نخستین بار در سال ۱۸۲۷ موفق به بیان رابطه‌ای بین جریان الکتریکی، مقاومت و ولتاژ شد.

مثال ۲ــ مقدار E چند ولت باشد تا از یک مقاومت ۲۵۰Ω جریان ۰/۵۸ عبور کند؟

$$E = R.I$$

$$E = ۲۵۰ \times ۰/۵ = ۱۲۵V$$

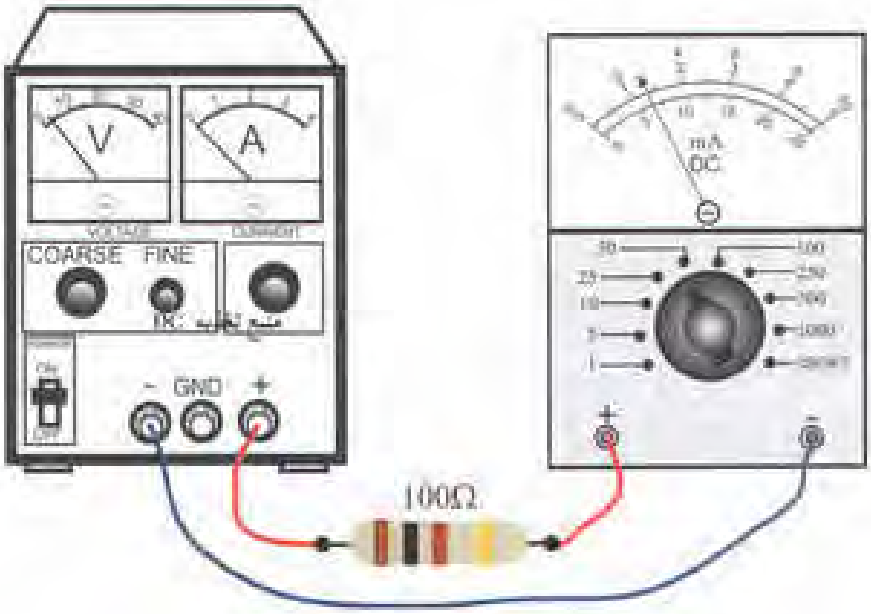
شکل ۸۰ــ۱

۲ـ۴ـ۱ـ آزمایش شماره (۸)

مدت زمان انجام آزمایش ۲ ساعت

نام آزمایش: قانون اهم

هدف‌های آزمایش: بررسی قانون اهم



شرح خلاصه آزمایش: در این آزمایش شما عملاً با اولین و مهم‌ترین قانون حاکم بر مدارهای الکتریکی و الکترونیکی یعنی قانون اهم آشنا می‌شوید و آن را مورد آزمایش عملی قرار می‌دهید.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد/ مقدار
۱ـ منبع تغذیه 0-15V	یک دستگاه
۲ـ ولت‌متر DC	یک دستگاه
۳ـ میلی‌آمپر DC	یک دستگاه
۴ـ مقاومت اهمی 1KΩ	یک عدد
۵ـ اومتر عقربه‌ای یا دیجیتالی	یک دستگاه
۶ـ سیم رابط یک سر گیره‌دار به طول ۲۰ سانتی‌متر	دو رشته
۷ـ سیم رابط معمولی به طول ۲۰ سانتی‌متر	چهار رشته

مراحل اجرای آزمایش

موضوع الف: بررسی قانون اهم

■ وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

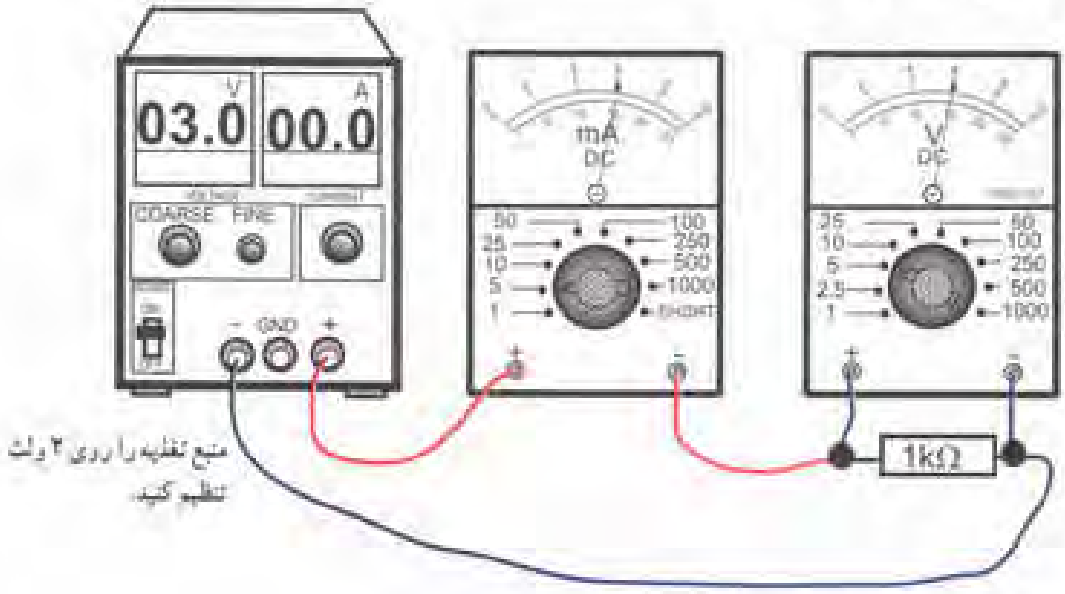
■ مقدار دقیق مقاومت ۱KΩ را به کمک اهم‌متر اندازه بگیرید و در جدول ۱ـ۱ یادداشت کنید (شکل ۸۱ـ۱).

■ توجه داشته باشید که قبل از اندازه‌گیری مقاومت، با اتصال کوتاه کردن دو ترمینال ورودی رنج ×۱ مقاومت در اوومتر، صفر اهم‌متر را تنظیم کنید.

شکل ۸۱ـ۱

■ منبع تغذیه را روی ۳ ولت تنظیم کنید. سپس منبع تغذیه را خاموش کنید.

■ مدار را مطابق شکل ۸۲ـ۱ ببندید.



شکل ۸۲ـ۱ـ مدار آزمایش قانون اهم

■ رنج کلید ولت‌متر را روی ۵ ولت و رنج کلید میلی‌آمپرمتر را روی ۵ میلی‌آمپر قرار دهید.

■ دستگاه منبع تغذیه را روشن کنید و مقادیری را که ولت‌متر و آمپرمتر نشان می‌دهد در جدول ۱۰ـ۱ یادداشت کنید.

جدول ۱۰ـ۱

$R=\frac{E}{I}$	جریانی که میلی‌آمپرمتر نشان می‌دهد.	ولتاژ را که ولت‌متر نشان می‌دهد.	مقدار مقاومت اندازه‌گیری شده توسط اهم‌متر
$R=$ ——— Ω	mA	V	Ω

■ توجه داشته باشید که در رابطه $R=\frac{E}{I}$، اگر واحد E برحسب ولت و واحد I برحسب آمپر باشد واحد R برحسب اهم خواهد بود. هنگام خواندن مقادیر از روی میلی‌آمپرمتر، باید جریان را به آمپر تبدیل کنیم یا آن را در عدد 10^{-3} ضرب کنید.

سؤال: آیا مقدار $R=\frac{E(V)}{I(A)}$ برابر با مقدار مقاومت اندازه‌گیری شده با اهم‌متر است؟ توضیح دهید.

———

———

———

درصورتی که نتوانستید به سؤال فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت (۱ـ۴ـ۱) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

■ مقدار ولتاژ منبع تغذیه شکل ۸۲ـ۱ را روی ۴/۵ ولت تنظیم کنید و جدول ۱۱ـ۱ پر کنید.

جدول ۱۱ـ۱

$R=\frac{E}{I}$	جریانی که میلی‌آمپرمتر نشان می‌دهد.	ولتاژی که ولت‌متر نشان می‌دهد.	مقدار مقاومت اندازه‌گیری شده توسط اهم‌متر
$R=$ ——— Ω	mA	V	Ω

سؤال: جدول ۱۰ـ۱ و ۱۱ـ۱ را با یک‌دیگر مقایسه کنید.
چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ توضیح دهید.

درصورتی که نتوانستید به سؤال فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت (۱ـ۲ـ۱) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

خلاصه آزمایش: آنچه را که در این آزمایش فراگرفته‌اید به اختصار شرح دهید.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از آزمایش را به‌صورت نیروار در چند جمله بیان کنید.

آزمون

۱ـ قانون اهم را با ذکر رابطه مربوطه تشریح کنید.

۲ـ جریان مبلی‌آمپر را چگونه به آمپر تبدیل می‌کنند؟ شرح دهید و برای آن مثالی بزنید.

درصورتی که نتوانستید به سؤال فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت (۲ـ۲ـ۱) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

۵ــ۱ــ توان و انرژی در جریان مستقیم

۱ــ۵ــ۱ــ توان الکتریکی: حاصل‌ضرب ولتاژ در جریان را توان الکتریکی می‌نامند و آن را با حرف P * نشان می‌دهند:

$$P = E.I$$

تعریف وات

واحد توان الکتریکی وات است که آن را با حرف W نشان می‌دهند. واحدهای کوچک‌تر از وات، میلی‌وات یا یک هزارم وات و میکروات یا یک میلیونیوم وات است.

واحدهای بزرگ‌تر از وات را کیلووات برابر هزار وات و مگاوات برابر یک میلیون وات می‌نامند.

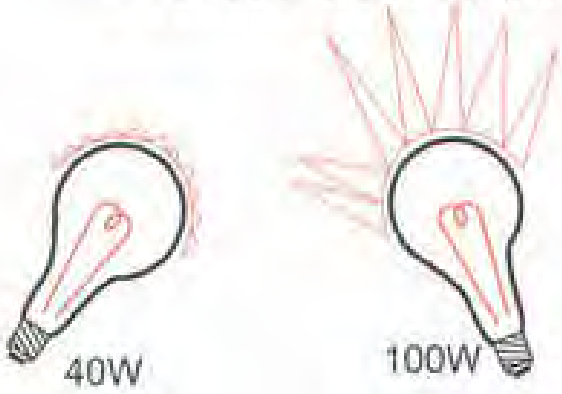
$$mW = \frac{1}{1000} W$$

$$\mu W = \frac{1}{1000000} W$$

$$kW = 1000 W$$

$$MW = 1000000 W$$

حاصل‌ضرب جریان در ولتاژ این لامپ برابر ۷۵ وات است.



شکل ۸۳ــ۱ــ توان لامپ ۱۰۰ وات بیش‌تر از لامپ ۴۰ وات است زیرا هم نور و هم حرارت بیش‌تری تولید می‌کند.

توان تلف شده در دو سر یک مقاومت اهمی را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$P = E.I \ (W)$$

$$P = E.\frac{E}{R} = \frac{E^2}{R} \ (W)$$

$$P = (R.I).I = RI^2 \ (W)$$

$$P = E.I = \frac{E^2}{R} = RI^2$$

یا به‌طور کلی

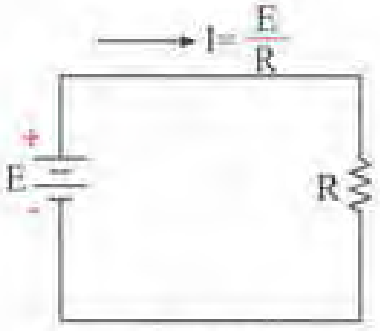
$$\boxed{P = EI = RI^2 = \frac{E^2}{R}}$$

$$1mw = \frac{1}{1000} w = 10^{-3} w$$

$$1\mu w = \frac{1}{1000000} w = 10^{-6} w$$

$$1kw = 1000 w = 10^{3} w$$

$$1Mw = 1000000 w = 10^{6} w$$



شکل ۸۴ــ۱

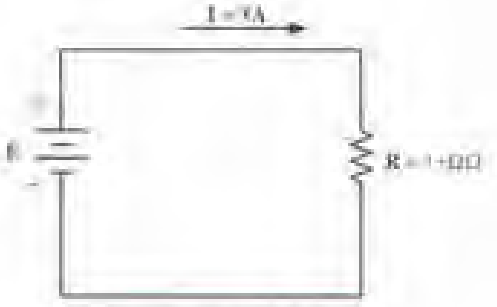
* ۲ حرف اول Power به معنی توان است.

مثال ۱: از یک مقاومت ۱۰ اُهمی، جریانی برابر با ۲ آمپر عبور می‌کند. چه مقدار توان در مقاومت تلف می‌شود؟

حل:

$$P = R.I^2$$

$$P = ۱۰ \times (۲)^2 = ۱۰ \times ۴ = ۴۰\ W$$



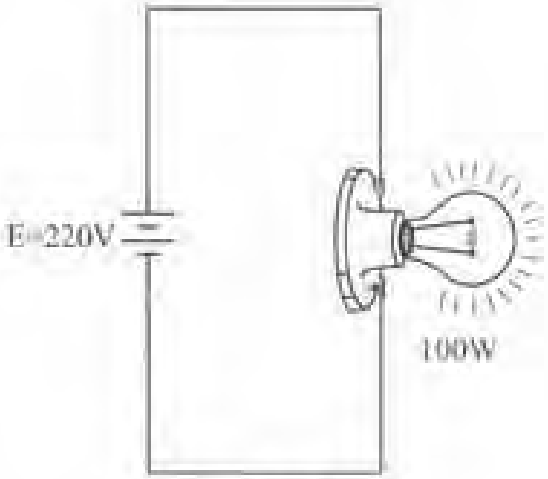
شکل ۸۵ـ۱ـ الف

مثال ۲: یک لامپ با توان ۱۰۰ وات و ولتاژ ۲۲۰ ولت چه مقدار جریان از شبکه دریافت می‌کند؟

$$P = E.I$$

$$۱۰۰ = ۲۲۰ \times I$$

$$I = \frac{۱۰۰}{۲۲۰} = ۰/۴۴\ A$$

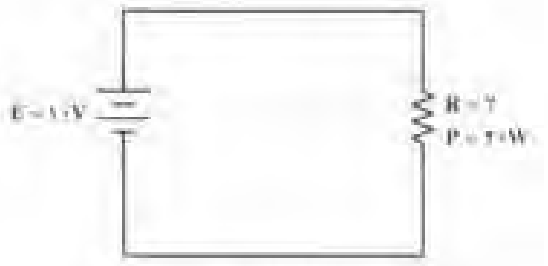


شکل ۸۵ـ۱ـ ب

مثال ۳: توان تلف شده در دو سر یک مقاومت ۱۰ اهمی برابر با ۴۰ وات است. اگر ولتاژ دو سر مقاومت ۱۰ ولت باشد مقدار مقاومت چند اهم است؟

$$P = \frac{E^2}{R}$$

$$R = \frac{E^2}{P} = \frac{(۱۰)^2}{۲۰} = \frac{۱۰۰}{۲۰} = ۵\ \Omega$$



شکل ۸۶ـ۱

توان الکتریکی را با دستگاهی به‌نام وات‌متر اندازه می‌گیرند.

۲ـ۵ـ۱ـ انرژی الکتریکی: همان‌طور که می‌دانید منبع الکتریکی اصلاً برق شهر یا باتری، انرژی مورد نیاز وسایل الکتریکی را جهت انجام کار تأمین می‌کند. به‌عنوان مثال وقتی شما یک اطوی برقی را به برق وصل می‌کنید، اطو انرژی الکتریکی را از شبکه برق دریافت کرده و آن را به انرژی حرارتی تبدیل می‌کند. هرقدر مدت زمان وصل اطوی برقی به برق بیشتر باشد اطو بیشتر گرم می‌شود و انرژی بیشتری از شبکهٔ برق دریافت می‌کند.

شکل ۸۷ـ۱

پس انرژی با زمان رابطه مستقیم دارد و به‌صورت:

ثانیه وات ژول

زمان × توان الکتریکی = انرژی الکتریکی

W = p . t

تعریف می‌شود.

واحد انرژی وات ـ ثانیه یا ژول است. یک ژول عبارت است از تلفات توان یک وات در مدت یک ثانیه. واحد بزرگ‌تر و کاربُردی‌تر انرژی، کیلووات ساعت است هر کیلو وات برابر ۱۰۰۰ وات است. معمول‌ترین دستگاه اندازه‌گیری انرژی کنتور است.

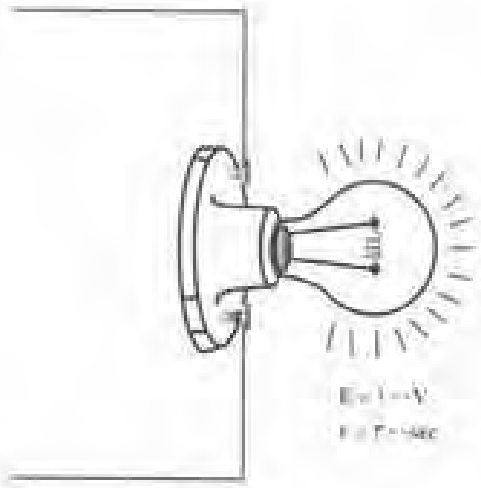
کنتور برق دستگاهی است که انرژی مصرفی منازل یا کارخانجات را برحسب کیلووات ساعت اندازه‌گیری می‌کند.

مثال ۴: یک لامپ ۱۰۰ وات را به مدت ۵ دقیقه روشن بوده‌است. این لامپ چند ژول انرژی مصرف کرده است؟

حل:

$$W = p.t = 100 \times (5 \times 60) = 30000\ J$$

$$30000 \div 1000 = 30\ kJ$$



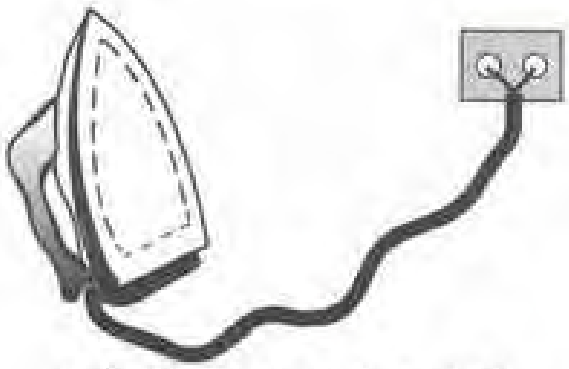
شکل ۸۸ـ۱

۶ـ۱ـ آشنایی با مدارهای الکتریکی

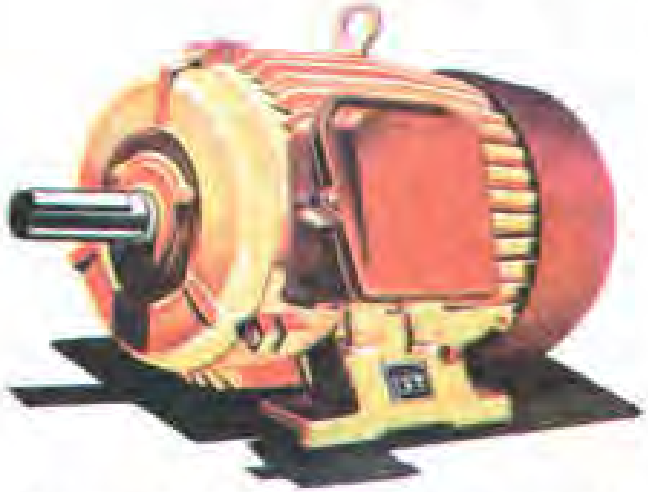
۱ـ۶ـ۱ـ مدارهای باز و بسته و قوانین حاکم بر آن‌ها.

الکتریسیته با سرعتی حیرت‌آور حرکت می‌کند. این خاصیت الکتریسیته انتقال آن را از منبع تولید به نقاط بسیار دور به سهولت امکان‌پذیر می‌سازد. انتقال انرژی توسط سیم‌های انتقال‌دهنده که سیم‌های رابط نیز نامیده می‌شوند صورت می‌گیرد.

تبدیل انرژی الکتریکی به سایر انرژی‌ها نیز به سادگی انجام‌پذیر است. گونه‌های مختلف این تبدیل در لوازم خانگی مثل اتوی برقی صورت می‌گیرد که در آن انرژی الکتریکی به انرژی حرارتی تبدیل می‌شود و یا در ابزارهای صنعتی مثل موتور الکتریکی که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند. (شکل ۸۹ ـ۱) و (شکل ۹۰ـ۱).



شکل ۸۹ـ۱ـ یک اتوی برقی انرژی الکتریکی را تبدیل به انرژی حرارتی می‌کند.



شکل ۹۰ـ۱ـ یک موتور الکتریکی انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند.

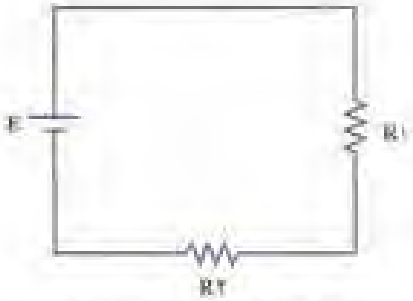
شکل ۹۱ـ۱ یک چرخه ساده تولید و مصرف انرژی الکتریکی را نشان می‌دهد. در شکل ۹۱ـ۱، باتری به‌عنوان تأمین‌کننده انرژی است. این انرژی توسط سیم‌های رابط به لامپ (مصرف‌کننده) می‌رسد و لامپ انرژی دریافتی را مصرف می‌کند.

شکل ۹۱ـ۱ را یک مدار الکتریکی می‌نامند. پس هر مدار الکتریکی، حداقل دارای یک منبع، یک مصرف‌کننده و یک سری سیم‌های رابط جهت انتقال انرژی می‌باشد.

شکل ۹۱ـ۱

شکل ۹۲ـ۱ نیز یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد.

اگر در یک مدار الکتریکی، جریان برقرار باشد می‌گوییم مدار بسته است و اگر با وجود منبع انرژی در مدار جریان برقرار نباشد می‌گوییم مدار باز است.



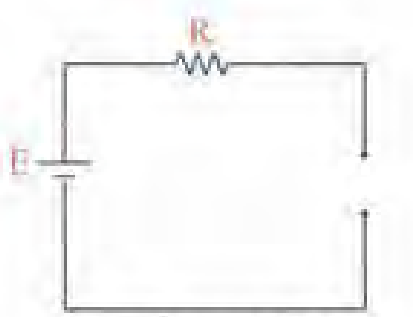
شکل ۹۲ـ۱ـ یک مدار الکتریکی

شکل ۹۳ـ۱ یک مدار الکتریکی باز را نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌بینید جریان در مدار قطع است.

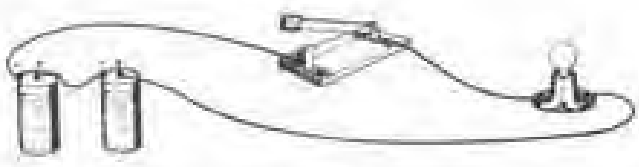
قوانین حاکم بر یک مدار الکتریکی بعداً با دقت بیشتری مورد بررسی قرار می‌گیرند ولی قوانین حاکم در دو سر هر مقاومت یا هر بخش مدار همواره از قانون اهم پیروی می‌کند.

۲ـ۶ـ۱ـ کلیدهای قطع و وصل: کلید وسیله‌ای است که می‌تواند مسیر جریان الکتریکی را در یک مدار الکتریکی قطع و یا وصل کند.

ساده‌ترین نوع کلید دارای دو اتصال (کنتاکت) و یک اهرم مکانیکی است. با استفاده از کلید و به کمک دست می‌توان مسیر جریان را در یک مدار قطع و یا وصل کرد (شکل ۹۴ـ۱).



شکل ۹۳ـ۱ـ مدار الکتریکی باز


شکل ۹۴ـ۱ـ در یک مدار الکتریکی کلید می‌تواند جریان الکتریکی را قطع یا وصل کند.

در شکل ۹۵ـ۱، چند نمونه کلید قطع و وصل نشان داده شده است. انواع کلیدها در الکترونیک از نظر شکل ظاهری، تعداد کنتاکت‌ها (اتصال‌ها) و... بسیار زیاد است ولی همگی کار قطع و وصل جریان در مدار الکتریکی را انجام می‌دهند.

شکل ۹۵ـ۱ـ چند نمونه کلید قطع و وصل

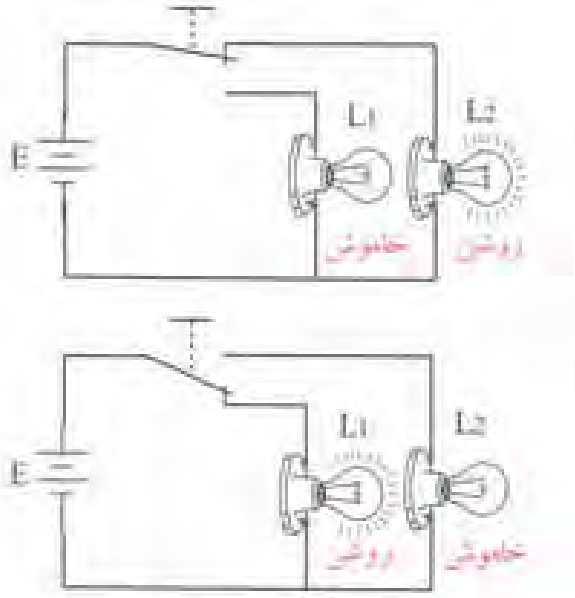
در شکل ۹۶ـ۱ علامت قراردادی یک کلید دستی براساس استاندارد IEC[1] نشان داده شده است.

شکل ۹۶ـ۱ـ علامت قراردادی یک کلید ساده قطع و وصل

بعضی از کلیدها، بیش از دو کنتاکت دارند. در این‌صورت می‌توانند دو یا چند مسیر را به‌طور همزمان قطع و یا وصل کنند.

بعضی از کلیدها طوری ساخته شده‌اند که وقتی یک مسیر را قطع می‌کنند مسیر دیگری وصل می‌شود.

در شکل ۹۷ـ۱، اگر کلید k، در وضعیت A باشد لامپ L_1 روشن و لامپ L_2 خاموش است و اگر کلید k در وضعیت B قرار گیرد لامپ L_1 را خاموش و لامپ L_2 را روشن می‌کند. به این نوع کلید، **کلید تبدیل** می‌گویند.



شکل ۹۷ـ۱ـ عملکرد کلید تبدیل

۱ـ International Electrotechnical Commission کمیتهٔ بین‌المللی الکروتکنیک

۷ــ۱ــ ساختمان داخلی دستگاه‌های اندازه‌گیری

بسیاری از دستگاه‌های اندازه‌گیری عقربه‌ای که امروزه ساخته می‌شوند دارای یک قسمت مشترک به‌نام گالوانومتر هستند. در حقیقت قلب اصلی دستگاه‌های اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت اهمی یک گالوانومتر است و بقیه قسمت‌های دستگاه را یک سری مقاومت اهمی تشکیل می‌دهد. متناسب با نوع دستگاه، نحوهٔ اتصال مقاومت‌ها به گالوانومتر با یکدیگر تفاوت دارد.

شکل ۹۸ــ۱ــ یک نمونه گالوانومتر که برای ساخت ولت‌متر و آمپرمتر به کار می‌رود.

۱ــ۷ــ۱ــ ساختمان داخلی گالوانومتر

یک گالوانومتر از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

الف: آهن‌ربای دائم

ب: یک قاب کوچک سیم‌پیچی شده که عقربهٔ نشان‌دهنده به آن متصل شده است.

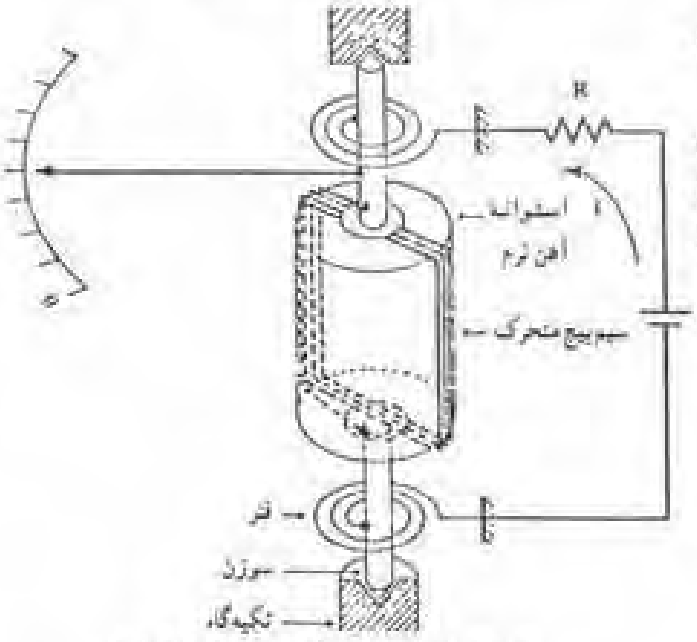
ج: دو عدد فنر و یک میله نگه‌دارنده.

الف: نمای بالای یک گالوانومتر

قسمت‌های فوق در شکل ۹۹ــ۱ نشان داده شده است.

اگر به سیم‌پیچ جریانی از طریق فنرها اعمال شود، متناسب با مقدار جریان اعمالی، قاب حرکت دورانی کرده و عقربه متصل به آن مقداری را نشان می‌دهد.

درجه‌بندی گالوانومتر کاملاً خطی است یعنی اگر به‌ازای اعمال یک میکروآمپر جریان، عقربه (یا سیم‌پیچ) دستگاه به اندازهٔ یک درجه منحرف شود با اعمال دو میکروآمپر جریان، عقربهٔ دستگاه به اندازه دو درجه منحرف می‌شود.



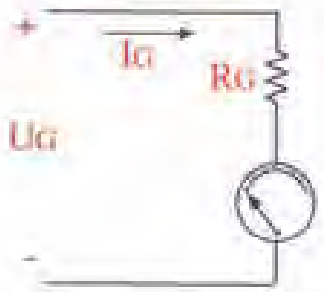
ب: نحوه اتصال جریان به گالوانومتر از طریق فنرها

شکل ۹۹ــ۱ــ ساختمان داخلی یک گالوانومتر

برای ساخت ولت‌متر، آمپرمتر و یا اهم‌متر دو مشخصه گالوانومتر را مورد توجه قرار می‌دهند. این دو مشخصه عبارت‌اند از:

الف: جریانی که با اعمال آن به گالوانومتر عقربهٔ گالوانومتر را ۱۰۰٪ منحرف می‌شود. این جریان را با I_G نمایش می‌دهند. در گالوانومترها معمولاً مقدار آن بین ۱۰ تا ۱۰۰۰ میکروآمپر است.

ب: مقاومت اُهمی گالوانومتر که آن را با R_G نمایش می‌دهند. مقدار آن معمولاً بین ۸۰۰ تا ۵۰۰۰ اهم است. برای گالوانومتر می‌توان مدار معادلی مانند شکل ۱۰۰ـ۱ را درنظر گرفت.



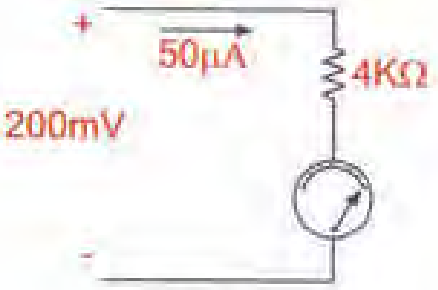
شکل ۱۰۰ـ۱ـ مدار معادل یک گالوانومتر

با عبور جریان I_G از گالوانومتر افت ولتاژی معادل $U_G = R_G . I_G$ در دو سر آن به‌وجود می‌آید.

۲ـ۷ـ۱ـ ساختمان داخلی ولت‌متر DC: اگر در یک گالوانومتر مقاومت اتحراف برابر ۴ کیلو اهم و جریانی که سبب انحراف کامل عقربه می‌شود برابر ۵۰ میکروآمپر باشد به ازای اعمال جریان انحراف کامل به گالوانومتر افت ولتاژی برابر ۲۰۰ میلی‌ولت در دو سر گالوانومتر ظاهر می‌شود.

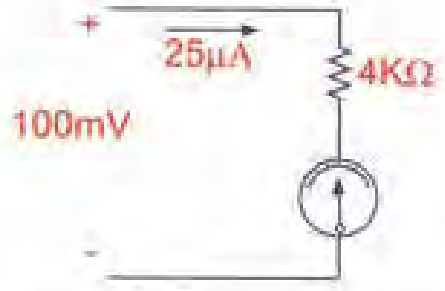
$$U_G = R_G . I = ۴\,K\Omega \times ۵۰\,\mu A = ۲۰۰\,mV$$

شکل ۱۰۱ـ۱ انحراف کامل عقربه را با افت ولتاژ دو سر گالوانومتر به هنگام دریافت شدت جریان انحراف نشان می‌دهد.



شکل ۱۰۱ـ۱

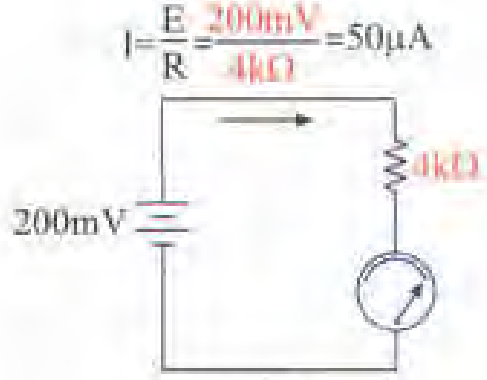
شکل ۱۰۲ـ۱ نشان می‌دهد که میزان انحراف عقربه با شدت جریان اعمالی به گالوانومتر نسبت مستقیم دارد.



شکل ۱۰۲ـ۱ـ چون جریان نسبت به شکل ۱۰۱ـ۱ نصف شده است پس انحراف عقربه نیز نصف شده است.

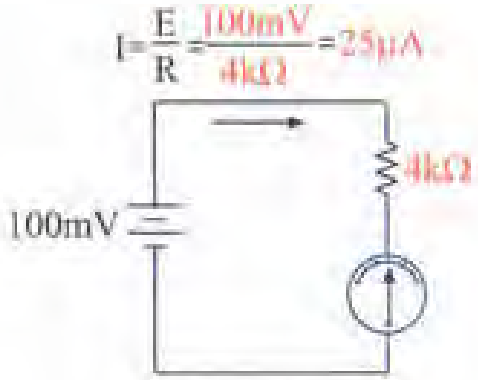
* ـ افت ولتاژ را با حرف U نشان می‌دهند.

به عبارت دیگر اگر به ورودی گالوانومتر ولتاژ ۲۰۰ میلی‌ولت اعمال کنیم طبق قانون اهم جریان برابر با ۵۰ میکروآمپر از گالوانومتر عبور می‌کند در اثر عبور این جریان عقربه ۱۰۰٪ منحرف می‌شود (شکل ۱۰۳ـ۱).



شکل ۱۰۳ـ۱

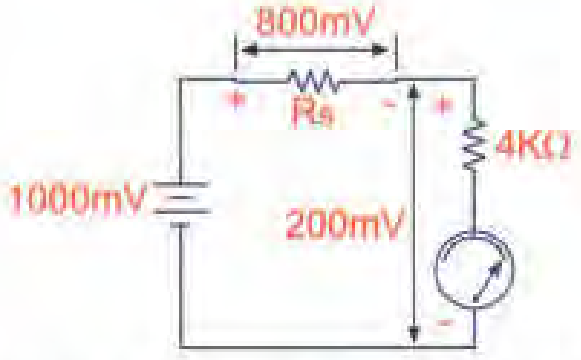
اگر به ورودی این گالوانومتر ۱۰۰ میلی‌ولت ولتاژ اعمال کنیم طبق قانون اهم جریان ۲۵ میکروآمپر از آن عبور می‌کند. به‌ازای عبور این جریان از گالوانومتر عقربه ۵۰٪ منحرف می‌شود (شکل ۱۰۴ـ۱). بنابراین می‌توان گفت که گالوانومتر موردنظر یک میلی‌ولت‌متر با محدودهٔ کار صفر تا ۲۰۰ میلی‌ولت و یک آمپرمتر با محدودهٔ کار صفر تا ۵۰ میکروآمپر است (شکل ۱۰۴ـ۱).



شکل ۱۰۴ـ۱

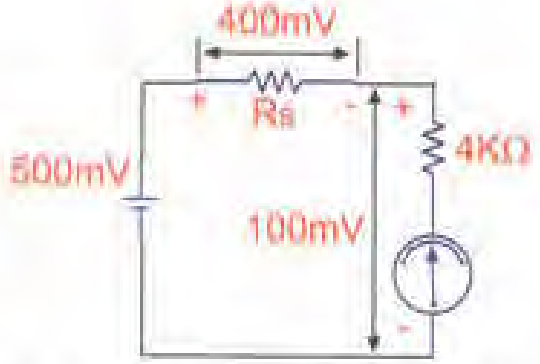
اگر بخواهیم با این گالوانومتر که مقاومت آن ۴ کیلو اهم و جریان آن ۵۰ میکروآمپر است ولتاژ بیشتر از ۲۰۰ میلی ولت را اندازه بگیریم باید مازاد ولتاژ ۲۰۰mV را در دو سر یک مقاومت اهمی که با گالوانومتر به‌صورت سری قرار می‌گیرد افت دهیم. مثلاً برای اندازه‌گیری ولتاژ ۱۰۰۰ میلی‌ولت با گالوانومتر فوق باید ولتاژ ۸۰۰mV = ۲۰۰ − ۱۰۰۰ را در دو سر مقاومت سری افت دهیم (شکل ۱۰۵ـ۱).

توجه داشته باشید که به‌ازای اعمال ولتاژ ۱۰۰۰ میلی‌ولت به ورودی، باید در دو سر مقاومت سری شده ۸۰۰ میلی‌ولت افت ولتاژ داشته باشیم. حال اگر ولتاژ ورودی کمتر شود نسبت افت ولتاژ دو سر مقاومت سری و دو سر گالوانومتر نیز کمتر می‌شود و انحراف عقربه نیز کاهش می‌یابد.



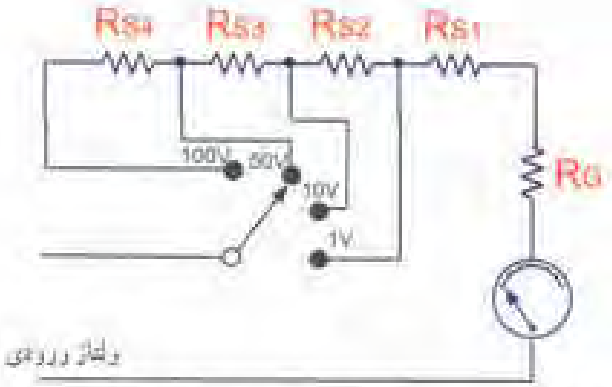
شکل ۱۰۵ـ۱ـ اگر ولتاژ ورودی ۱۰۰۰mV باشد چون حداکثر ولتاژ مجاز در سر گالوانومتر ۲۰۰ میلی‌ولت است باید در سر مقاومت سری با گالوانومتر ۸۰۰ میلی‌ولت افت ولتاژ داشته باشد.

به‌عنوان مثال اگر ولتاژ ورودی ۵۰۰ میلی‌ولت باشد ۴۰۰ میلی‌ولت در دو سر مقاومت R_S و ۱۰۰ میلی‌ولت در دو سر گالوانومتر افت می‌کند، زیرا مقدار R_S و R_G ثابت هستند بنابراین ولتاژ هر مقدار کم باشد به نسبت مقاومت‌ها توزیع می‌شود (شکل ۱۰۶ـ۱).



شکل ۱۰۶ـ۱ـ اگر ولتاژ ورودی نصف شود افت ولتاژ در سر مقاومت R_S و همچنین در سر گالوانومتر نیز نصف می‌شود.

با اضافه شدن مقاومت‌های دیگر به مقاومت سری شده قبلی می‌توان یک ولت‌متر با چند رنج مختلف* ساخت. شکل ۱۰۷ـ۱ مدار داخلی یک ولت‌متر مالتی رنج را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰۷ـ۱ـ ساختمان داخلی ولت‌متر مالتی‌رنج (اعداد 10^{2} و 10^{3} و 5×10^{1} و 10^{4} به‌عنوان نمونه هستند و هر رنجی را می‌توان با تغییر مقاومت‌های R_S طرح کرد.

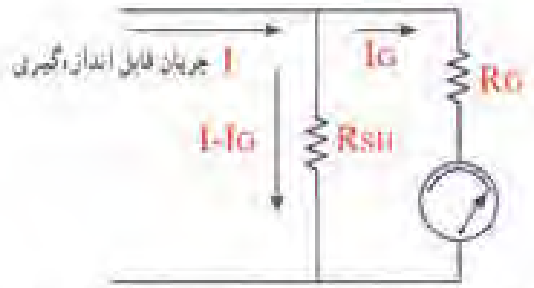
شکل ۱۰۸ـ۱ یک نمونه ولت‌متر آزمایشگاهی با ۱۰ رنج اندازه‌گیری مختلف را نشان می‌دهد.

شکل ۱۰۸ـ۱ـ یک نمونه ولت‌متر مالتی‌رنج آزمایشگاهی

* ـ Multi Range

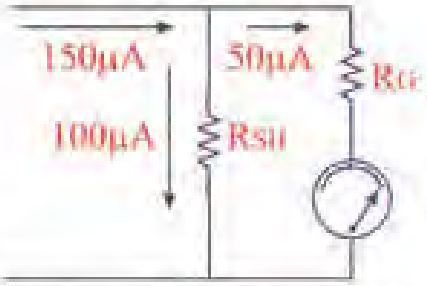
۳ـ۷ـ۱ـ ساختمان داخلی آمپرمتر DC: همان‌طور که قبلاً گفته شد، گالوانومتر یک میکروآمپرمتر است که می‌تواند جریان‌های حدود میکروآمپر را اندازه بگیرد. به عبارت دیگر یک میکروآمپرمتر ۵۰ میکروآمپری قادر است جریان‌های صفر تا ۵۰ میکروآمپر را اندازه‌گیری کند. در عمل نیاز به اندازه‌گیری جریان‌های به مراتب بیشتر از ۵۰μA است.

برای اندازه‌گیری جریان‌های بیشتر از جریان مجاز گالوانومتر، باید جریان اضافی را از مسیر دیگری عبور دهیم. برای این کار از یک مقاومت موازی با گالوانومتر استفاده می‌کنیم. شکل ۱۰۹ـ۱ این مقاومت را مقاومت شنت[1] می‌نامند و آن را با R_{sh} نشان می‌دهند.



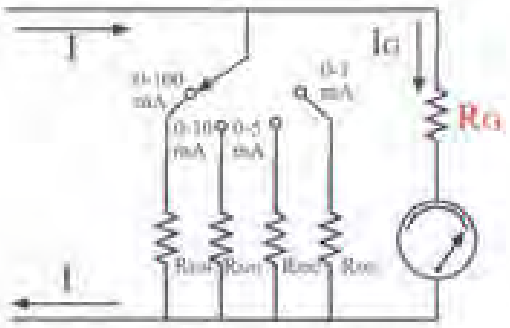
شکل ۱۰۹ـ۱ـ موازی کردن یک مقاومت با گالوانومتر جریان‌های بیشتر از جریان مجاز گالوانومتر را می‌توان اندازه گرفت.

مقدار مقاومت R_{sh} را طوری محاسبه می‌کنیم که از آن جریان $(I-I_G)$ عبور کند. به‌عنوان مثال اگر بخواهیم جریان ۱۵۰ میکروآمپر را با یک گالوانومتر ۵۰ میکروآمپری اندازه بگیریم باید از مقاومت شنت و جریان ۱۰۰میکروآمپر عبور کند.



شکل ۱۱۰ـ۱ـ R_{sh} طوری باید محاسبه شود که از آن جریان ۱۰۰μA عبور کند.

با اضافه کردن چند مقاومت دیگر، می‌توان با استفاده از یک گالوانومتر یک میلی‌آمپرمتر یا یک آمپرمتر مالتی‌رنج ساخت. در شکل ۱۱۱ـ۱ ساختمان داخلی یک میلی‌آمپرمتر مالتی‌رنج نشان داده شده است. مقاومت‌های R_{sh} را طوری محاسبه می‌کنند که در هر رنجی جریان عبوری از گالوانومتر بیشتر از I_G نشود. I_G بیشترین جریان قابل اندازه‌گیری با گالوانومتر است.



شکل ۱۱۱ـ۱ـ ساختمان داخلی یک آمپرمتر مالتی‌رنج

---

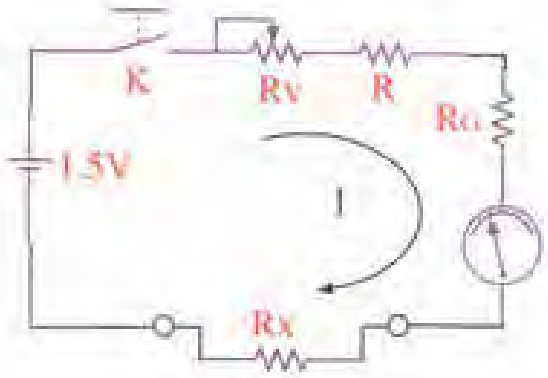
[1] موازی Shunt ـم

در شکل ۱۱۲ـ۱ یک نمونه میلی‌آمپرمتر مالتی‌رنج با ۱۰ رنج مختلف نشان داده شده است.

شکل ۱۱۲ـ۱ـ یک نمونه میلی‌آمپرمتر آزمایشگاهی

۴ـ۷ـ۱ـ ساختمان داخلی اهم‌متر: اهم‌متر دستگاهی است که برای اندازه‌گیری مقاومت‌های اهمی به‌کار می‌رود. در شکل ۱۱۳ـ۱ یک نمونه اهم‌متر آزمایشگاهی نشان داده شده است. اهم‌متر از یک عدد گالوانومتر، چند عدد مقاومت اهمی و یک باتری تشکیل می‌شود. شکل ۱۱۴ـ۱ مدار داخلی یک دستگاه اهم‌متر بسیار ساده را نشان می‌دهد. همان‌طور که از شکل ۱۱۴ـ۱ مشخص است با تغییر مقاومت R_x، جریان مدار (I) طبق قانون اهم تغییر می‌کند. این امر باعث می‌شود که انحراف عقربه گالوانومتر نیز تغییر کند. بر این اساس می‌توان رابطه‌ای بین تغییرات مقاومت R_x و تغییرات حرکت عقربه گالوانومتر پیدا کرد و صفحه مدرج را برحسب اهم درجه‌بندی کرد. به این نوع اهم‌متر «اهم‌متر سری» گفته می‌شود، زیرا مقاومت مجهول یعنی مقاومتی که قرار است مقدار آن اندازه‌گیری شود با گالوانومتر در مدار به‌صورت سری قرار می‌گیرد.

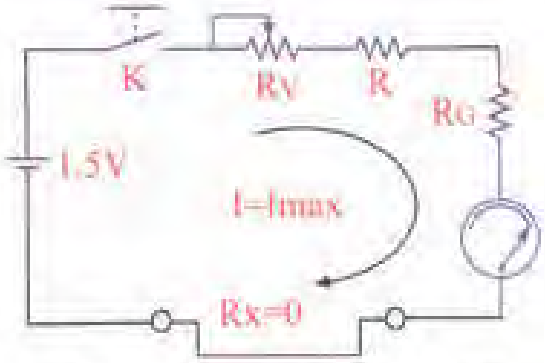
شکل ۱۱۳ـ۱ـ یک نمونه اهم‌متر آزمایشگاهی



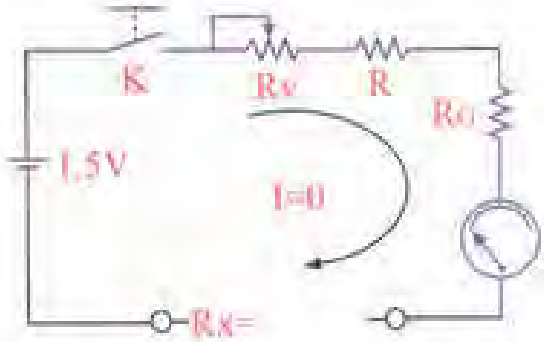
شکل ۱۱۴ـ۱

توجه داشته باشید که در ولت‌متر و آمپرمتر نباری به باتری نیست زیرا جریان گالوانومتر، هنگام اندازه‌گیری جریان یا ولتاژ از طریق منبع مورد اندازه‌گیری تأمین می‌شود. ولی هنگام اندازه‌گیری مقاومت اهمی دیگر منبعی وجود ندارد که جریان گالوانومتر را تأمین کند لذا حتماً باید یک منبع جداگانه مانند باتری در مدار قرار گیرد.

با توجه به شکل ۱۱۵ـ۱، اگر $R_x = 0$ انتخاب کنیم (اتصال کوتاه) مقدار I طبق قانون اهم، حداکثر مقدار خود را دارا می‌شود لذا انحراف گالوانومتر نیز به بیشترین حد خود می‌رسد. اگر اتصال کوتاه را از مدار جدا کنیم ($R_x = \infty$) هیچ جریانی از مدار عبور نمی‌کند، لذا عقربه هیچ انحرافی نخواهد داشت.



شکل ۱۱۵ـ۱ـ اگر $R_x = 0$ باشد مقدار I در مدار ماکزیمم است و انحراف نیز ماکزیمم است.



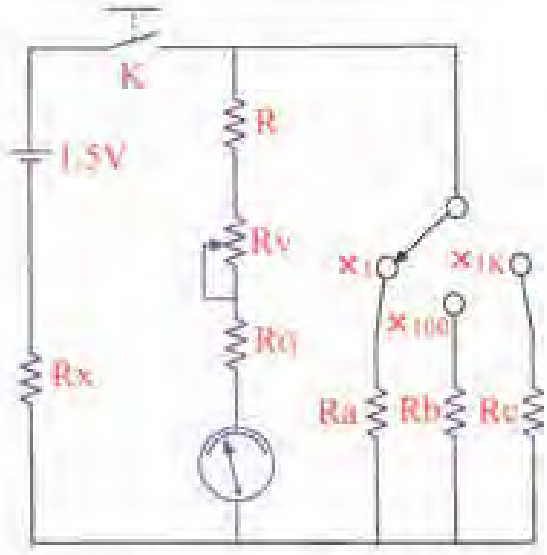
شکل ۱۱۶ـ۱ـ اگر $R_x = \infty$ انتخاب شود در مدار $I = 0$ بوده و عقربه منحرف نمی‌شود.

لذا در درجه‌بندی اهم‌متر، صفر در سمت راست قرار می‌گیرد و بیشترین انحراف را نشان می‌دهد از راست به چپ میزان انحراف عقربه کم می‌شود و در بی‌نهایت در سمت چپ انحراف به صفر می‌رسد. بنابراین درجه‌بندی اهم‌متر بین صفر تا بی‌نهایت است. شکل ۱۱۷ـ۱ یک نمونه درجه‌بندی اهم‌متر را نشان می‌دهد.

شکل ۱۱۷ـ۱ـ یک نمونه درجه‌بندی اهم‌متر سری

شکل ۱۱۸ـ۱ مدار ساده اهم‌متر را نشان می‌دهد.

مدار عملی اندکی با مدار ساده تفاوت دارد در شکل ۱۱۸ـ۱ مدار عملی یک اهم‌متر مالتی‌رنج نشان داده شده است. اهم‌مترهای مالتی‌رنج روی صفحه مدرج فقط یک درجه بندی دارند. برای خواندن مقدار مقاومت، باید مقدار خوانده شده از صفحه مدرج را در کلید رنج اُهم‌متر (مثلاً ۱×، ۱۰× یا ۱۰۰×) ضرب کرد.



شکل ۱۱۸ـ۱ـ مدار عملی یک اهم‌متر مالتی‌رنج

۸ــ۱ــ آزمون عملی پایانی (۱)

۱ــ۸ــ۱ــ سعی کنید با نظارت یکی از افراد خانواده، که مهارت لازم را دارد، در منزل یک بیل ولتا بسازید. هنگام ساخت به کلیه نکات ایمنی که در ابتدای این فصل گفته شده، کاملاً توجه کنید. الکترولیت مورد استفاده باید حتماً از نوع اسیدسولفوریک رقیق باشد. میله‌های مسی و روی را قبل از داخل کردن به محلول اسید، کاملاً تمیز کنید. خروجی بیل ولتا را به لامپ ۱/۵ ولت وصل کنید. با هم زدن مداوم میلهٔ مسی، لامپ باید روشن بماند.

نکته مهم: اسیدسولفوریک ماده بسیار خطرناکی است و به‌دست و بدن آسیب می‌رساند. بخار اسیدسولفوریک روی مخاط بینی و ریه اثر می‌گذارد.

۲ــ۸ــ۱ــ آزمایش ترموکوپل را در منزل نیز انجام دهید. ابتدا دو سیم مسی را به یکدیگر بتابانید و دو سر آن را به یک میکروآمپرمتر یا یک میلی‌ولت‌متر وصل کنید و روی شعله آتش بگیرید. ولتاژ خروجی آن را یادداشت کنید. سپس به‌جای دو سیم مسی از دو سیم آهنی استفاده کنید و آزمایش فوق را انجام دهید. در حالت سوم یک رشته سیم مسی و یک رشته سیم آهنی را خیلی محکم به هم بتابانید و خروجی آن را به میلی‌ولت‌متر وصل کنید. محل تابانیده شدن را روی شعله گاز بگیرید و ولتاژ خروجی آن را یادداشت کنید. با توجه به مقادیر به‌دست آمده، در سه حالت فوق، اصول کار ترموکوپل را تجزیه و تحلیل کنید و نتایج را به‌طور خلاصه در گزارش کار خود بنویسید.

پرسش و تمرین (۱)

۱ــ فرق هادی‌ها و عایق‌ها را به‌طور کامل شرح دهید.

۲ــ تفاوت بین الکتریسیته ساکن و جاری را تشریح کنید.

۳ــ الکتریسیته ساکن و جاری چگونه تولید می‌شوند؟

۴ــ مفهوم اختلاف پتانسیل و جریان الکتریکی را دقیقاً شرح دهید.

۵ــ طرز کار بیل ولتا را به‌طور خلاصه شرح دهید.

۶ــ چگونه می‌توان از روی نوشتهٔ باتری تشخیص داد که یک باطری معمولی کوچک قابل شارژ است یا خیر؟

۷ــ فرآیند تولید الکتریسیته جاری به کمک ترموکوپل و سلول خورشیدی را بیان کنید.

۸ــ قانون اهم را به‌طور کامل و دقیق شرح دهید.

۹ــ کنتور چه کمیتی را اندازه می‌گیرد؟

۱۰ــ مقاومت شکل ۱۱۹ــ۱ چند اهم است؟

شکل ۱۱۹ــ۱

۱۱ــ در شکل ۱۲۰ــ۱ انرژی تلف شده در مدت ۳۰ ثانیه در مقاومت ۲۲۰ اهم چند ژول است؟

شکل ۱۲۰ــ۱

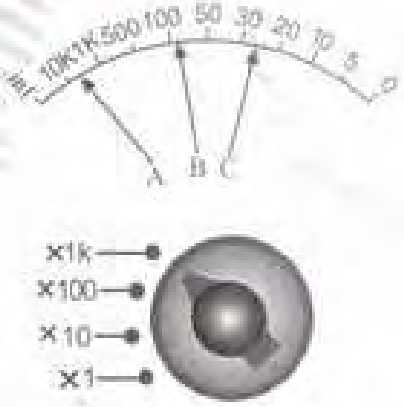
۱۲ـ برای اندازه‌گیری یک مقاومت اهمی با یک اهم‌متر، چه نکاتی را باید درنظر گرفت؟

۱۳ـ ساختمان و طرز کار گالوانومتر را به‌طور خلاصه شرح دهید.

۱۴ـ چگونه می‌توان با استفاده از یک گالوانومتر، ولت‌متر و آمپرمتر ساخت؟

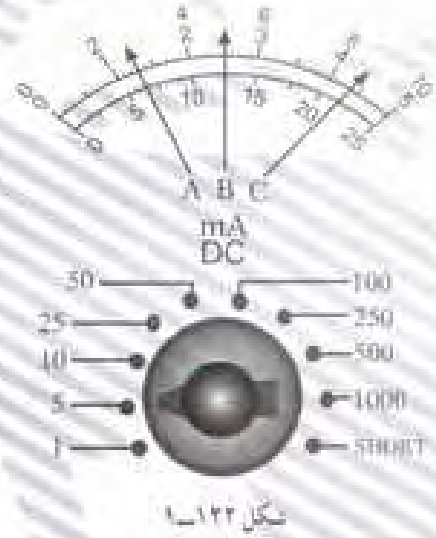
۱۵ـ چرا در عمل، ولت‌مترها و آمپرمترها را مدّتی رنج می‌سازند؟

۱۶ـ در اهم‌متر شکل ۱۲۱ـ۱ عقربه در وضعیت A و B و C هرکدام چند اهم را نشان می‌دهند؟



شکل ۱۲۱ـ۱

۱۷ـ در میلی‌آمپرمتر شکل ۱۲۲ـ۱، عقربه در وضعیت A و B و C ، هرکدام چه مقدار را نشان می‌دهند؟



شکل ۱۲۲ـ۱

۱۸ـ تفاوت بین آووِمتر عقربه‌ای و دیجیتالی را بیان کنید.

۱۹ـ حوزهٔ کار اتوماتیک در آووِمتر دیجیتالی را شرح دهید.

۲۰ـ واحد توان و انرژی چیست؟

واحد کار دوم

ابزار کار در الکترونیک

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که:

۱ـ انواع پیچ‌گوشتی‌ها را از یک‌دیگر تمیز دهد.
۲ـ کاربرد هریک از انواع پیچ‌گوشتی‌ها را بیان کند.
۳ـ کاربرد صحیح سیم‌چین را شرح دهد.
۴ـ از بین ابزارها، انبردست را تشخیص دهد و کاربرد آن را بیان کند.
۵ـ سیم لخت‌کن دستی و اتوماتیک را از بین ابزارها تمیز دهد.
۶ـ با استفاده از سیم‌لخت‌کن، سیم‌ها را لخت کند.
۷ـ دم باریک، دم‌گرد و دم‌تخت را در بین ابزارها شناسایی کند و موارد کاربرد هر کدام را شرح دهد.
۸ـ کاربرد صحیح فازمتر را شرح دهد.
۹ـ کاربرد صحیح پیچ‌گوشتی تنظیم (عایق) را شرح دهد.
۱۰ـ فرق سیم‌های افشان و مفتولی را شرح دهد.
۱۱ـ فرم‌بندی سیم‌ها، سؤالی کردن و اتصال سیم‌ها به ترمینال و زیر پیچ را عملاً انجام دهد.
۱۲ـ هنگام به کار بردن ابزار نکات ایمنی را رعایت کند.

پیش‌آزمون (۲)

۱ـ هنگام باز کردن یک پیچ به کدام مورد زیر باید توجه شود؟

الف: ☐ انتخاب پیچ‌گوشتی مناسب　　ب: ☐ درست دست گرفتن

ج: ☐ تنظیم نیروی وارده به پیچ‌گوشتی　　د: ☐ هر سه مورد.

۲ـ از سیم‌چین فقط در کدام مورد باید استفاده شود؟

الف: ☐ لخت کردن سیم　　ب: ☐ پرس سیم

ج: ☐ باز کردن پیچ　　د: ☐ فرم دادن سیم

۳ـ برای صاف کردن سیم بهتر است از کدام وسیله استفاده شود؟

الف: ☐ دم لخت　　ب: ☐ سیم‌چین

ج: ☐ سیم لخت‌کن　　د: ☐ هیچ‌کدام

۴ـ کدام مقطع سیم افشان یا مفتولی استاندارد نیست؟

الف: ☐ ۰/۷۵　　ب: ☐ ۱/۵

ج: ☐ ۱/۲۵　　د: ☐ ۲/۵

۵ـ برای لخت کردن سیم بهتر است از کدام وسیله استفاده شود؟

الف: ☐ سیم‌چین　　ب: ☐ سیم لخت‌کن

ج: ☐ انبردست　　د: ☐ دم‌باریک

۶ـ تفاوت فازمتر با پیچ‌گوشتی معمولی را شرح دهید.

۷ـ مراحل سؤالی‌کردن سیم را برای قرار دادن زیر پیچ شرح دهید.

نکات ایمنی فصل دوم

۱ـ به هیچ‌عنوان از سیم‌چین برای روپوش‌برداری سیم استفاده نکنید!

۲ـ هنگام باز و بسته کردن پیچ‌ها از پیچ‌گوشتی مناسب استفاده کنید.

۳ـ هنگام باز کردن یا بستن سیم‌پیچ، حتماً پیچ‌گوشتی را عمود بر پیچ قرار دهید.

۴ـ وقتی سیمی را به پیچ‌های پریز یا دوشاخه می‌بندید، مواظب باشید که سیم‌های خارج از پیچ لخت نباشند.

۵ـ هنگام بستن سیم به پیچ‌های پریز برق یا وسایل مشابه، مواظب باشید که عایق سیم زیر پیچ قرار نگیرد.

۶ـ هنگام تعویض پریز برق یا سرپیچ، حتماً برق را قطع کنید.

۷ـ در خلال کار به هیچ‌وجه با ابزار بازی نکنید.

۸ـ از شوخی کردن و پرتاب اشیا به سوی یک‌دیگر در خلال کار اجتناب کنید.

نحوه‌ی استفاده از ابزار کار در الکترونیک

مقدمه: از آن‌جا که هر کار فنی باید با استفاده ابزار صحیح انجام گیرد لذا در کارهای عمومی الکترونیک مانند تعمیر، مونتاژ و سرویس ابزارهای متنوعی وجود دارد که باید هر ابزار را در جای خود به‌کار برد. مثلاً اگر قرار است پیچی را باز کنیم حتماً باید از آچار مخصوص آن پیچ استفاده کنیم. استفاده از وسایل دیگر مانند انبردست برای باز کردن پیچ درست نیست.

ابزارهایی که در کارهای عمومی الکترونیک به‌کار می‌روند نسبتاً متنوع و زیاد است. در ادامه به‌صورت خیلی خلاصه به تعدادی از ابزارها و موارد کاربرد آن‌ها می‌پردازیم. در شکل ۱ـ۲ نمونه‌هایی از ابزارهای مورد استفاده در الکترونیک نشان داده شده‌اند.

شکل ۱ـ۲ـ نمونه‌هایی از ابزار مورد استفاده در الکترونیک

۱ـ۲ـ پیچ‌گوشتی

پیچ‌گوشتی یکی از ابزارهایی است که در کارهای عمومی روزمره و در الکترونیک کاربرد زیادی دارد. هر وسیله‌ای را که بخواهیم باز کنیم یا ببندیم، نیاز به یک پیچ‌گوشتی مناسب داریم. پیچ‌گوشتی‌ها در انواع گوناگون ساخته می‌شوند. تنوع پیچ‌گوشتی‌ها شامل اندازه پیچ‌گوشتی، نوک پیچ‌گوشتی و فرم ساختمانی آن می‌شود. **انتخاب نوع پیچ‌گوشتی برای کار مورد نظر اهمیت زیادی دارد.** یک پیچ کوچک را باید با یک پیچ‌گوشتی کوچک و یک پیچ بزرگ را باید با پیچ‌گوشتی بزرگ‌تر و مناسب آن باز کرد.

الف: یک پیچ کوچک را باید با پیچ‌گوشتی کوچک بست یا باز کرد.

ب: یک پیچ بزرگ را باید با یک عدد پیچ‌گوشتی بزرگ باز یا بسته کرد.

شکل ۲ـ۲ـ نحوه انتخاب پیچ‌گوشتی مناسب

هرقدر طول پیچ‌گوشتی بیشتر باشد نیروی وارده بر پیچ نیز بیشتر می‌شود. همچنین ابعاد نوع پیچ‌گوشتی باید مناسب با ابعاد و شکل شیار لوک پیچ انتخاب شود.

پیچ‌ها در دو نوع یک‌شیاره و دوشیاره در اصطلاح عمومی پیچ ساده و چهارسو ساخته می‌شوند. لذا پیچ‌گوشتی‌ها نیز در دو نوع تخت و چهارسو ساخته می‌شوند.

در شکل ۳ـ۲ دو نمونه پیچ‌گوشتی تخت و در شکل ۴ـ۲ دو نمونه پیچ‌گوشتی چهارسو نشان داده شده‌اند.

پیچ‌گوشتی تخت مجی

پیچ‌گوشتی تخت متوسط

شکل ۳ـ۲ـ دو نمونه پیچ‌گوشتی تخت

پیچ‌گوشتی چهارسو مجی

پیچ‌گوشتی چهارسو متوسط

شکل ۴ـ۲ـ دو نمونه پیچ‌گوشتی چهارسو

نکته مهمی که هنگام باز کردن و بستن پیچ باید به آن توجه داشت درست دست گرفتن پیچ‌گوشتی است. هنگام بازکردن یا بستن پیچ باید پیچ‌گوشتی دقیقاً به‌طور عمود با پیچ قرار گیرد. شکل ۵ـ۲ نحوه درست در دست گرفتن پیچ‌گوشتی را هنگام باز کردن یا بستن پیچ نشان می‌دهد.

شکل ۵ـ۲ـ نحوه درست در دست گرفتن پیچ‌گوشتی هنگام باز کردن یا بستن پیچ

۲ــ۲ــ سیم‌چین

سیم‌چین وسیله‌ای است که دو لبه تیز شبیه دو لبه قیچی دارد و فقط برای بریدن سیم یا پایه‌های اضافی قطعات الکترونیکی و موارد مشابه آن به کار می‌رود. سیم‌چین‌ها دارای انواع مختلفی هستند.

در شکل ۶ــ۲ سه نمونه سیم‌چین که بیشتر در الکترونیک کاربرد دارد نشان داده شده است.

توجه داشته باشید که هیچ‌گاه از سیم‌چین برای لخت کردن سیم‌های رویوش‌دار استفاده نکنید زیرا سیم زخمی شده و اتصال آن از نظر الکتریکی و مکانیکی ضعیف می‌شود.

سیم‌چین نوک تیز

سیم‌چین‌های مورب

شکل ۶ــ۲ــ نمونه‌هایی از سیم‌چین‌های مورد استفاده در الکترونیک

۳ــ۲ــ انبردست

انبردست وسیله‌ای عمومی است که برای نگه داشتن قطعه کار یا به‌عنوان یک وسیله اهرم‌کننده، متحرک و موارد دیگر کاربرد دارد.

در شکل ۷ــ۲ نمونه‌هایی از انبردست که در الکترونیک و برق کاربرد دارند نشان داده شده‌اند.

شکل ۷ــ۲ــ چند نمونه انبردست

شکل ۸ـ۲ نمونه‌هایی از کاربرد انبردست را نشان می‌دهد.
گاهی از انبردست به‌عنوان سیم‌چین برای بریدن سیم‌ها نیز استفاده می‌شود.

به کمک انبردست می‌توان یک قطعه کار را نگه داشت.

به کمک انبردست می‌توان دو رشته سیم را به یک‌دیگر تابانید.

شکل ۸ـ۲ـ دو نمونه کاربرد سیم‌چین

۴ـ۲ـ سیم لخت‌کن

سیم لخت‌کن وسیله‌ای است که از آن برای برداشتن روپوش پلاستیکی از روی سیم‌ها به‌کار می‌رود.
در شکل ۹ـ۲ دو نمونه سیم‌لخت‌کن نشان داده شده است.

شکل ۹ـ۲ـ دو نمونه سیم لخت‌کن ساده

شکل ۱۰ـ۲ نحوه رویوش‌برداری از سیم با عایق پلاستیکی را نشان می‌دهد.

سیم‌لخت‌کن بر دو نوع است:

الف: سیم‌لخت‌کن ساده

ب: سیم‌لخت‌کن اتوماتیک

الف ــ سیم‌لخت‌کن ساده: این سیم‌لخت‌کن طبق شکل ۹ـ۲ از دو لبه که شیارهایی در جهت قائم دارد تشکیل می‌شود. به‌وسیله پیچ و مهره‌ای که روی یکی از بازوهای سیم‌لخت‌کن قرار دارد می‌توان فاصلهٔ لبه‌ها را برای یک نوع سیم با مقطع معین تنظیم کرد. در واقع پیچ، فاصلهٔ دهانهٔ سیم‌چین را تنظیم می‌کند و مهره، فاصلهٔ تنظیم شده را ثابت نگه می‌دارد. وقتی دو لبه روی هم قرار می‌گیرند متناسب با فاصلهٔ تنظیم شده، دایره‌ای با شعاع معین توسط شیارهای موجود بر روی لبه تشکیل می‌شود.

چون لبه داخلی شیارها تیز است اگر داخل این شیارها سیم رویوش‌داری قرار داده شود که قطر سیم مسی آن به اندازه قطر دایره باشد با نگه داشتن سیم و کشیدن سیم‌لخت‌کن، روکش سیم از سیم جدا می‌شود. اگر فاصلهٔ لبه‌ها بیش از مقطع سیم باشد رویوش‌برداری درست انجام نمی‌شود. همچنین اگر فاصلهٔ لبه‌های سیم‌چین کمتر از مقطع سیم باشد روی سیم خط می‌اندازد. در این حالت اگر سیم مفتولی باشد می‌شکند و اگر افشان باشد تعدادی از رشته‌های آن پاره می‌شود.

ب ــ سیم‌لخت اتوماتیک: در شکل ۱۱ـ۲ یک نمونه سیم‌لخت‌کن اتوماتیک نشان داده شده است این سیم‌لخت‌کن نیاز به تنظیم ندارد بلکه برای یک سری از سیم‌های استاندارد تعدادی شیار از قبل درنظر گرفته شده است. برای رویوش‌برداری سیم را داخل شیار مناسب که متناسب با قطر سیم مسی است قرار می‌دهیم، سپس دو دسته را می‌فشاریم. ابتدا دو لبه صاف به سمت پایین حرکت می‌کند و یک طرف سیم را محکم می‌گیرد. اگر کمی بیش‌تر فشار دهیم یک طرف سیم رویوش‌برداری می‌شود.

شکل ۱۰ـ۲ـ نحوه رویوش‌برداری از سیم‌های با عایق پلاستیکی

شکل ۱۱ـ۲ـ یک نمونه سیم‌لخت اتوماتیک

ابزارهای چندمنظوره

امروزه ابزارهایی ساخته شده‌اند که چند کار را با هم انجام می‌دهند. از این ابزارها می‌توان ترکیب، سیم‌چین، سیم‌لخت‌کن و برج‌کن را نام برد در شکل ۱۲ـ۲ یک نمونه ابزار چندمنظوره نشان داده شده است.

شکل ۱۲ـ۲ـ یک نمونه از انبر چندمنظوره

۵ــ۲ــ کار عملی شماره (۱)

مدت زمان انجام کار عملی ۱ ساعت

نام کار عملی: بریدن و روبوش‌برداری سیم‌های مفتولی و افشان

هدف‌های کار عملی: کسب مهارت و تجربه در بریدن و روبوش‌برداری سیم‌های مفتولی و افشان

شرح خلاصه کار عملی: سیم عبارت از یک یا چند رشته فلزی است که در الکتریسیته به‌عنوان هدایت‌کننده جریان الکتریکی به‌کار می‌رود.

جنس سیم‌ها از مس و در بعضی از موارد خاص از آلومینیوم انتخاب می‌شود، زیرا هدایت الکتریکی مس و آلومینیوم زیاد است. سیم‌های برق که در منازل به‌کار می‌روند و دارای مقطع کمی هستند همگی از جنس مس ساخته می‌شوند. سیم‌ها به دو نوع یک‌رشته‌ای (مفتولی) و چندرشته‌ای (افشان) تقسیم‌بندی می‌شوند. سطح مقطع هر دو نوع سیم، استاندارد است و در اندازه‌های ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۵، ۲/۵، ۴، ۶ و ۱۰ میلی‌مترمربع ساخته می‌شود.

سیم‌های با مقاطع بالاتر را حتماً از نوع افشان می‌سازند. سیم‌های افشان دارای ۷، ۱۹، ۳۷، ۶۱، ۹۱، ۱۲۷ و ۱۶۹ رشته هستند که به یکدیگر تابانده می‌شوند.

در این کار عملی شما با نحوهٔ بریدن و روبوش‌برداری (لخت‌کردن) سیم‌های مفتولی و افشان آشنا می‌شوید و مهارت عملی لازم را در این زمینه کسب می‌کنید.

تجهیزات و قطعات موردنیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد / مقدار
۱ــ سیم لخت‌کن دستی	یک عدد
۲ــ سیم‌لخت‌کن اتوماتیک	یک عدد
۳ــ سیم‌چین	یک عدد
۴ــ سیم مفتولی نمره ۱/۵ به طول ۵۰ سانتی‌متر	یک رشته
۵ــ سیم افشان نمره ۱/۵ به طول ۵۰ سانتی‌متر	یک رشته
۶ــ خط کش فلزی	یک عدد

مراحل اجرای کار عملی

موضوع الف: کسب مهارت و تجربه در بریدن و رویوش‌برداری سیم‌های مفتولی و افشان

■ وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

■ به‌کمک سیم چین، سیم‌های مفتولی و افشان را به سه قسمت مساوی تقسیم کنید (شکل ۱۳ـ۲).

شکل ۱۳ـ۲ـ نحوه بریدن سیم با سیم‌چین

■ دهانهٔ سیم لخت‌کن دستی را برای مقطع ۱/۵ میلی‌مترمربع تنظیم کنید (شکل ۱۴ـ۲).

■ انتهای هر سر سیم را به اندازه ۱ سانتی‌متر با سیم لخت دستی مطابق شکل ۱۴ـ۲ رویوش‌برداری کنید.

شکل ۱۴ـ۲ـ نحوه تنظیم دهانه سیم لخت‌کن دستی

■ با سیم‌چین، تمامی قسمت‌های رویوش‌برداری شده را ببرید (شکل ۱۵ـ۲).

■ سیم‌لخت‌کن اتوماتیک را روی مقطع ۱/۵ میلی‌مترمربع تنظیم کنید (شکل ۱۵ـ۲).

شکل ۱۵ـ۲ـ نحوه رویوش‌برداری با سیم‌لخت‌کن دستی

■ به کمک سیم لخت‌کن اتوماتیک، از هر سر سیم به اندازهٔ یک سانتی‌متر روپوش‌برداری کنید (شکل ۱۶ـ۲).

شکل ۱۶ـ۲ـ نحوهٔ روپوش‌برداری به کمک سیم‌لخت‌کن اتوماتیک

سؤال: اگر در سیم‌لخت‌کن، فاصلهٔ دو لبه به اندازهٔ مقطع سیم نباشد چه اشکالی در لخت‌کردن سیم به وجود می‌آید؟ شرح دهید.

درصورتی که نتوانستید به سؤال فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت (۲ـ۲) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

برای اجرای خودآزمایی عملی به انتهای فصل دوم خودآزمایی شماره (۱) مراجعه کنید.

۶ـ۲ـ دم‌باریک

دم‌باریک وسیله‌ای شبیه انبردست است با این تفاوت که نوک آن از انبردست بلندتر و باریک‌تر است. دم‌باریک در محل‌هایی که تنگ باشد و انبردست قادر به انجام کار نباشد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ازدم‌باریک برای فرم‌دادن سرسیم‌ها و سؤالی کردن آن‌ها به‌کار می‌رود.

متناسب با نوع کار مدل‌های مختلفی دم‌باریک‌ها ساخته شده است. در شکل ۱۷ـ۲ چند نمونه از دم‌باریک ملاحظه می‌کنید.

شکل ۱۷ـ۲ـ نمونه‌هایی از دم‌باریک‌های رایج

۷ــ۲ــ کار عملی شماره (۲)

مدت زمان انجام کار عملی ۱ ساعت

نام کار عملی: فرم‌بندی سیم‌ها

هدف‌های کار عملی: فرم‌بندی سیم‌ها با استفاده از دم‌باریک

شرح خلاصه کار عملی

در این کار عملی با فرم‌بندی سیم‌ها به کمک دم‌باریک آشنا می‌شوید و برای کسب مهارت آن را عملاً تجربه می‌کنید.

فرم‌بندی سیم‌ها فقط با استفاده از سیم‌های مفتولی امکان‌پذیر است. کاربرد فرم‌بندی سیم‌ها بیشتر در تابلوهای برق کوچک و یا موارد مشابه است.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد / مقدار
۱ــ دم‌باریک	یک عدد
۲ــ سیم مفتولی نمره ۱ و ۱/۵ هفتادسانتی‌متری	از هرکدام یک رشته
۳ــ خط کش فلزی	یک عدد

مراحل اجرای کار عملی

موضوع الف: فرم‌بندی سیم‌ها با استفاده از دم‌باریک

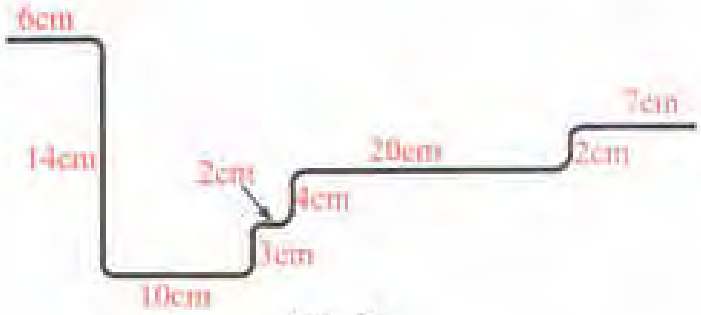
- وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.
- قبل از شروع کار عملی، به نحوهٔ فرم‌دادن سیم به کمک دم‌باریک در شکل (۱۸ــ۲) توجه کنید.

شکل ۱۸ــ۲ــ نحوه فرم‌دادن سیم مفتولی به کمک دم‌باریک

■ با استفاده از دم‌باریک، سیم مفتولی نمره ۱ را به‌صورت شکل ۱۹ـ۲ فرم دهید.

شکل ۱۹ـ۲

■ مجدداً با استفاده از دم‌باریک، سیم مفتولی نمره ۱/۵ را به‌شکل ۲۰ـ۲ فرم دهید.



شکل ۲۰ـ۲

۸ـ۲ـ دم‌گرد

دم‌گرد از نظر شکل ظاهری شبیه دم‌باریک است با این تفاوت که نوک هر بازوی آن به‌صورت دایره ساخته شده است. این وسیله برای فرم‌دادن و سوزالی‌کردن سیم‌ها به کار می‌رود. شکل (۲۱ـ۲) چند نمونه دم‌گرد را نشان می‌دهد.

دم‌گرد با دسته عایق قرمز

شکل ۲۱ـ۲ـ نمونه‌هایی از دم‌گرد

۹ــ۲ــ دم تخت

دم تخت نیز نوعی دم‌باریک است با این تفاوت که نوک هر بازوی آن تخت (پهن) است. در شکل (۲۲ــ۲) نمونه‌هایی از دم تخت‌ها نشان داده شده است. بعضی از دم‌تخت‌ها دارای نوک با زاویه ۴۵ می‌باشند.

از دم‌تخت‌ها برای صاف‌کردن یا تاباندن سیم استفاده می‌شود.

دم‌تخت (پهن) معمولی

دم‌تخت با زاویه ۴۵ درجه

شکل ۲۲ــ۲

۱۰ـ۲ـ کار عملی شماره (۳)

مدت زمان انجام کار عملی ۲ ساعت

نام کار عملی: سؤالی کردن و بستن سر سیم

هدف‌های کار عملی: سؤالی کردن سیم به کمک دم‌گرد و نحوهٔ اتصال آن به وسایل برقی

شرح خلاصه کار عملی: در این کار عملی شما با نحوه سؤالی کردن سرسیم‌ها و اتصال آن به وسایلی مانند پریز، دوشاخه و موارد مشابه آشنا می‌شوید و با انجام کار عملی، مهارت و تجربه لازم را کسب می‌کنید.

برای وصل سیم برق به دوشاخه، پریز برق یا وسایل مشابه، معمولاً از پیچ و مهره استفاده می‌شود.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد / مقدار
۱ـ سیم‌چین	یک عدد
۲ـ سیم‌لخت‌کن	یک عدد
۳ـ پریز برق	یک عدد
۴ـ پیچ‌گوشتی تخت متوسط	یک عدد
۵ـ سیم مفتولی نمره ۱، ۵۰۰ سانتی‌متری	یک رشته
۶ـ دم‌گرد	یک عدد

مراحل اجرای کار عملی

موضوع الف: سؤالی کردن سیم به کمک دم‌گرد و نحوهٔ اتصال آن به وسایل برقی.

■ وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

■ به کمک سیم چین، سیم ۵۰ سانتی‌متری را از وسط ببرید.

■ از هر سر سیم به اندازه ۱۲ میلی‌متر روبوش برداری کنید.

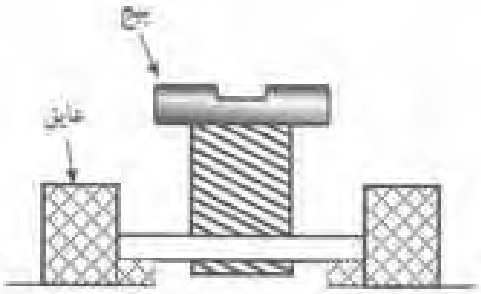
■ هر چهار سرسیم‌ها را مانند شکل ۲۳ـ۲ به کمک دم‌گرد به فرم سؤالی درآورید.

شکل ۲۳ـ۲ـ نحوه سؤالی کردن سر سیم

■ شکل هر چهار سر سیم باید مانند شکل (۲۴ـ۲) باشد.

شکل ۲۴ـ۲ـ سرسیم سؤالی شده

■ پیچ‌های پریز را به اندازه کافی باز کنید (شکل ۲۵ـ۲).



شکل ۲۵ـ۲ـ پیچ باید به اندازه کافی باز شود.

سر سیم سؤالی شده را مطابق شکل ۲۶ـ۲ در داخل پیچ قرار دهید و با پیچ‌گوشتی تخت پیچ را سفت کنید.

شکل ۲۶ـ۲ـ سیم سؤالی شده را داخل پیچ قرار دهید و پیچ را با پیچ‌گوشتی سفت کنید.

■ پیچ دیگر پریز را نیز به همین ترتیب سفت کنید.

در صورت داشتن زمان اضافی به‌منظور کسب مهارت و تجربه بیشتر، سعی کنید با سیم‌چین قسمت سؤالی‌شده را ببرید و مجدداً سر سیم را به اندازه کافی رویوش‌برداری کنید. پس از سؤالی کردن، سیم‌ها را به پریز وصل کنید.

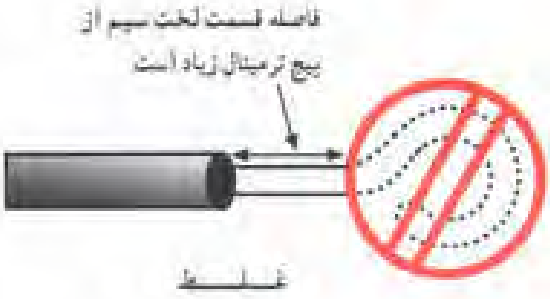
■ هنگام اتصال یک سیم به یک پیچ به نکات زیر توجه کنید.

الف ـ هیچ‌گاه رویوش سیم بیش از اندازه برداشته نشود و بین عایق و پیچ، سیم لخت باقی نماند (شکل ۲۷ـ۲).

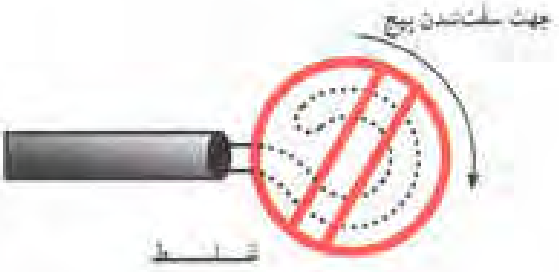
ب ـ هیچ‌گاه عایق سیم نباید زیر پیچ قرار گیرد.

ج ـ هنگام قراردادن سیم زیر پیچ **جهت قسمت سؤالی‌شده همیشه در جهت گردش بسته‌شدن پیچ** باشد در غیر این صورت سیم از پیچ بیرون می‌آید و قسمت سؤالی‌شده باز می‌شود (شکل ۲۸ـ۲).

د ـ هنگام سؤالی کردن سیم افشان، ابتدا قسمت لخت‌شدهٔ سیم‌افشان را به هم بتابانید، سپس سیم تابیده به فرم سؤالی درآورید.



شکل ۲۷ـ۲



شکل ۲۸ـ۲

۱۱ـ۲ـ پیچ‌گوشتی تنظیم

این پیچ‌گوشتی بسیار ظریف است. نوک آن فلزی و بقیه قسمت‌های آن پلاستیکی است. نمونه‌ای از پیچ‌گوشتی تنظیم در شکل ۲۹ـ۲ نشان داده شده است. این نوع پیچ‌گوشتی را پیچ‌گوشتی عایق نیز می‌گویند.

شکل ۲۹ـ۲ـ یک نمونه پیچ‌گوشتی تنظیم

شکل ۳۰ـ۲ـ از پیچ‌گوشتی تنظیم پیشرو در تنظیم IF‌های رادیو و تلویزیون استفاده می‌شود.

از این پیچ‌گوشتی فقط برای تنظیم ترانسفورماتورهای IF[1] رادیو و یا موارد مشابه استفاده می‌شود (شکل ۳۰ـ۲).

شکل ۳۱ـ۲ـ از پیچ‌گوشتی تنظیم نباید برای باز و بسته‌کردن پیچ استفاده کرد.

از این پیچ‌گوشتی هرگز برای بازکردن پیچ‌های معمولی استفاده نکنید. این نوع پیچ‌گوشتی فقط به‌صورت تخت ساخته می‌شود (شکل ۳۱ـ۲).

۱۲ـ۲ـ فازمتر

فازمتر وسیله‌ای است که برای تشخیص سیم فاز از نول در برق یکفاز استفاده می‌شود. فازمتر شبیه به یک پیچ‌گوشتی تخت معمولی است. در شکل (۳۲ـ۲) یک نمونه فازمتر نشان داده شده است. در قسمت دستهٔ فازمتر یک لامپ نئون کوچک که با یک مقاومت سری شده است قرار دارد. این مجموعه توسط یک میخ فلزی در انتهای دستهٔ فازمتر محکم می‌شود. وقتی نوک

شکل ۳۲ـ۲ـ یک نمونه فازمتر

۱ـ ترانسفورماتور IF قطعه‌ای از رادیو است که دارای هسته‌ای از جنس فریت و متحرک است.

فازمتر با سیم فاز تماس پیدا کند و انگشت دست روی پیچ فلزی انتهای دسته فازمتر قرار گیرد لامپ نئون روشن می‌شود (شکل۳۳ـ۲). اگر نوک فازمتر به سیم نول وصل باشد لامپ نئون روشن نمی‌شود. به این ترتیب می‌توان سیم فاز را از سیم نول تشخیص داد.

شکل ۳۳ـ۲ـ اگر نوک فازمتر به سیم فاز و انگشت دست به پیچ انتهای فازمتر وصل باشد لامپ نئون روشن می‌شود و نشان می‌دهد سیم مورد نظر فاز است.

۱۳ـ۲ـ آزمون عملی پایانی (۲)

۱ـ۱۳ـ۲ـ به کمک سیم‌لخت‌کن دستی سعی کنید سیم با مقطع ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۵ و ۲/۵ را به روش صحیح رویوش‌برداری کنید. حتی‌الامکان سعی کنید مهارت و تجربه در رویوش‌برداری از سیم‌های با طول کم مهارت به‌دست آورید. مثلاً بتوانید از یک قطعه سیم ۶ سانتی‌متری در هر دو طرف به اندازه ۷ میلی‌متر رویوش‌برداری کنید.

پرسش و تمرین (۲)

۱ـ هنگام باز کردن و بستن یک پیچ، به چه نکاتی باید توجه داشت؟
۲ـ موارد کاربرد سیم‌چین در الکترونیک را بیان کنید.
۳ـ موارد کاربرد انبردست را شرح دهید.
۴ـ مزیت سیم لخت‌کن اتوماتیک بر سیم‌لخت‌کن دستی را شرح دهید؟
۵ـ فرق دم‌باریک، دم‌تخت و دم گرد را تشریح کنید.
۶ـ فرق پیچ‌گوشتی تنظیم با پیچ‌گوشتی معمولی را بیان کنید.
۷ـ موارد کاربرد پیچ‌گوشتی تنظیم را بیان کنید.
۸ـ هنگام اتصال یک سیم به یک پیچ یا ترمینال چه مواردی را باید در نظر داشت؟

واحد کار سوم

لحیم‌کاری

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که :

۱ــ لحیم‌کاری را تعریف کند و اصول صحیح آن را شرح دهد.
۲ــ انواع لحیم‌ها را از یکدیگر تشخیص دهد.
۳ــ روغن لحیم و عملکرد آن را شرح دهد.
۴ــ لحیم‌کاری خوب و بد را از یکدیگر تشخیص دهد.
۵ــ انواع هویه‌ها را از یکدیگر تمیز دهد.
۶ــ هویهٔ مناسب را برای کار خود انتخاب کند.
۷ــ با استفاده از اصول صحیح لحیم‌کاری، قطعات و سیم‌ها را به یکدیگر لحیم کند.
۸ــ با استفاده از اصول صحیح لحیم‌کاری قطعات بردهای مدار چاپی را تعویض کند.
۹ــ لحیم‌کاری خوب را از لحیم‌کاری بد تمیز دهد.
۱۰ــ نکات ایمنی را در لحیم‌کاری رعایت کند.

پیش‌آزمون (۳)

۱ـ درجه حرارت لحیم‌کاری در الکترونیک حداکثر چند درجه سانتی‌گراد است؟

الف: □ زیر ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد　　ب: □ بالای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد

ج: □ کمتر از ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد　　د: □ کمتر از ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد

۲ـ چرا در آلیاژ لحیم از فلز قلع استفاده می‌شود؟

الف: □ ترکیب قلع و سرب باعث پایین‌آمدن درجه ذوب آلیاژ می‌شود.

ب: □ قلع فلز بسیار ارزان‌قیمتی است.

ج: □ قلع فلز نرمی است بنابراین آلیاژ آن نیز نرم است.

د: □ لحیم‌کاری با قلع بسیار آسان است.

۳ـ کدام ترکیب قلع و سرب در کمترین درجه حرارت ذوب می‌شود؟

الف: □ ۵۰/۵۰

ب: □ ۶۳/۳۷

ج: □ ۶۰/۴۰

د: □ ۴۰/۶۰

۴ـ دلیل استفاده از روغن لحیم‌کاری هنگام لحیم‌کاری کدام است؟

الف: □ پاک‌کردن لایه اکسیدشده روی سطح کار.

ب: □ اتصال بهتر و پایین آمدن درجه حرارت ذوب.

ج: □ فقط برای اینکه لحیم زودتر ذوب شود.

د: □ انتخاب هویه با وات کم‌تر

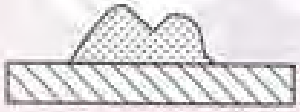
۵ـ روغن‌های کروسیو[1] (خورنده) در کدام موارد کاربرد دارند؟

الف: کارهای بسیار حساس الکترونیکی

ب: کارهای بسیار بزرگ و خشن

ج: برای لحیم‌کاری مدار چاپی

د: در کارخانه‌های مونتاژ تلویزیون



۶ـ زاویهٔ رطوبت شکل تقریباً چند درجه است؟

الف: □ ۷۰

ب: □ ۱۷۰

ج: □ ۴۵

د: □ ۱۳۵

۷ـ کاربرد زاویه رطوبت در لحیم‌کاری کدام مورد است؟

الف: □ برای تشخیص نوع لحیم و درصد آلیاژ آن.

ب: □ برای تشخیص میزان لحیم مصرفی

۱ـ Corrosive

ج : □ برای تشخیص فقط درصد آلیاژ

د : □ برای تشخیص خوب و بد عمل لحیم‌کاری

۸ـ توان هویه‌های قلمی که در الکترونیک کاربرد دارند تقریباً حداکثر تا چند وات است؟

الف : □ ۲۰

ب : □ ۳۰

ج : □ ۵۰

د : □ ۱۰۰

۹ـ برای تغییر قدرت هویه‌های قلمی معمولاً کدام عمل انجام می‌شود؟

الف : □ خود هویه را عوض می‌کنند.

ب : □ نوک هویه را عوض می‌کنند.

ج : □ نوک و سیم حرارتی هویه را عوض می‌کنند.

د : □ فقط سیم حرارتی هویه را عوض می‌کنند.

۱۰ـ برای قلع‌اندود کردن یک سر سیم کدام شیوه از بقیه بهتر است؟

الف : □ سرسیم را گرم سپس لحیم را با گرمای سر سیم ذوب کنید.

ب : □ سیم لحیم را روی نوک هویه ذوب کنید و سپس روی سر سیم بریزید.

ج : □ به‌طور همزمان نوک هویه را روی سر سیم بگذارید و سیم لحیم را روی نوک هویه بگیرید.

د : □ هیچ یک از موارد بالا اهمیتی ندارد.

۱۱ـ ساختمان هویه قلمی را با رسم شکل شرح دهید.

نکات ایمنی فصل سوم

۱ـ قبل از انجام لحیم‌کاری، اطمینان حاصل کنید که قطعات مورد لحیم‌کاری، کاملاً تمیز باشند.

۲ـ هنگامی که هویه را برای لحیم‌کاری آماده می‌کنید مواظب باشید که هویهٔ داغ با بدن،لباس یا سایر وسایل تماس پیدا نکند.

۳ـ نوک هویه را هنگامی عوض کنید که هویه کاملاً سرد باشد.

۴ـ در صورتی که برای پاک کردن نوک هویه از قلع‌های اضافه مجبور شدید از قلع‌کش استفاده کنید مراقب باشید که ذرات قلع روی لباس و بدن شما یا اطرافیانتان پرتاب نشود.

۵ ـ هنگام لحیم‌کاری، حتماً از هویه با وات مناسب استفاده کنید.

لحیم کاری

۱ـ۳ـ مقدمه

لحیم کاری عبارت از اتصال دو یا چند فلز به وسیله یک فلز یا آلیاژ ثالث است. در این فرآیند آلیاژ یا فلز لحیم ذوب شده به نقطه ذوب خود می‌رسد و باعث متصل شدن فلزات لحیم شونده، که حالت جامد دارد به یکدیگر می‌شود.

لحیم کاری در دو نوع لحیم کاری سخت و لحیم کاری نرم انجام می‌شود.

در لحیم کاری سخت عمل لحیم کاری در درجه حرارت‌های بالا بین ۷۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتی گراد یا حتی بالاتر انجام می‌شود. عموماً به این نوع لحیم کاری، «جوشکاری» می‌گویند. از انواع جوشکاری‌ها می‌توان، قوس الکتریکی و جوش گاز را نام برد.

در لحیم کاری نرم درجه حرارت لحیم کاری بسیار پایین‌تر از نقطه ذوب عناصر مورد لحیم کاری است و عمل لحیم کاری در درجه حرارت پایین‌تر از ۴۵۰ درجه سانتی گراد انجام می‌شود.

چون در اصطلاح عامه لحیم کاری معمولاً به لحیم کاری نرم گفته می‌شود از این رو در این کتاب بررسی را به این نوع لحیم کاری محدود می کنیم و هرگاه سخن از لحیم و لحیم کاری به میان می‌آید منظور لحیم کاری نرم است.

لحیم کاری از زمان‌های بسیار قدیم وجود داشته و برای این کار از نقره و آلیاژهای سرب استفاده می‌شده است. در قرون اخیر با توسعه صنعت الکترونیک، پیشرفت‌های زیادی در مورد آلیاژ لحیم کاری صورت گرفته به‌طوری که امروز، می‌توان برای هر مورد خاص، لحیم مناسب آن کار را انتخاب کرد.

۲ـ۳ـ لحیم

«آلیاژ لحیم» که بطور اختصار به آن «لحیم» گفته می‌شود آلیاژی مرکب از سرب و قلع است.

قلع با آب و هوا ترکیب نمی‌شود. به همین جهت پوشش بسیار خوبی برای فلزاتی نظیر مس است و از اکسید شدن آن

جلوگیری می‌کند. امروزه برای جلوگیری از اکسیدشدن قطعات الکترونیک تقریباً تمام پایه‌های قطعات را قلع‌اندود می‌کنند.

به منظور ایجاد خواص معینی در لحیم، به مقدار بسیار کم از فلزات دیگر مانند بیسموت و کادمیم به آن اضافه می‌کنند. این آلیاژ در درجه حرارت‌های بسیار کم (کمتر از ۳۲۳ C) به آسانی ذوب شده و باعث اتصال دو فلز به یکدیگر می‌شود. درجه حرارت ذوب به نسبت امتزاج دو فلز در آلیاژ بستگی دارد.

در شکل ۱ـ۳ نمودار تغییرات درجه حرارت ذوب بر حسب درصد امتزاج دو فلز نشان داده شده است.

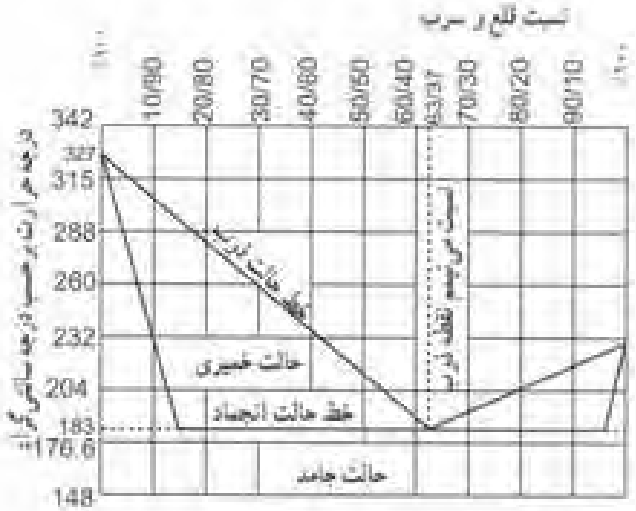
همان‌طور که در این نمودار مشاهده می‌شود با افزایش درصد سرب در ترکیب آلیاژ درجه ذوب نیز افزایش می‌یابد تا متحنی حالت ذوب به نقطه میتم درجه حرارت ذوب می‌رسد. در این نقطه لحیم از ترکیب ۶۳٪ قلع و ۳۷٪ سرب تشکیل می‌شود. مسئله مهم‌تر در نقطه درجه حرارت میتم ذوب، تغییر حالت از جامد به مایع است. در این درجه حرارت، حالت خمیری‌شکل وجود ندارد بلکه لحیم بلافاصله از حالت جامد به مایع تبدیل می‌شود.

از این نقطه به بعد، با افزایش میزان قلع در ترکیب آلیاژ، دمای ذوب زیاد می‌شود و در حالتی که درصد سرب در آلیاژ به صفر برسد و فقط از فلز قلع استفاده شود، درجه حرارتی برابر با ۲۳۲ درجه سانتی‌گراد (۴۵۰ درجه فارنهایت) برای ذوب کردن لحیم مورد نیاز است.

افزایش قلع، باعث گران شدن لحیم و کاهش قلع باعث افزایش درجه حرارت ذوب آن می‌شود. با توجه به این دو ویژگی متضاد بالا بهترین حالت امتزاج را برای لحیم درنظر گرفت. برای اتصال سیم‌های معمولی و لحیم‌کاری مدارهای الکترونیکی از نسبت ۶۰ به ۴۰ یعنی ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب استفاده می‌کنند. چنین لحیمی را می‌توان در درجه حرارت حدود ۱۹۰ درجه سانتی‌گراد ذوب کرد. این درجه حرارت برای کارهای الکترونیکی مطلوب است.

نمودار نشان می‌دهد که کمترین درجه حرارت لازم برای ذوب لحیم، ۱۸۳ درجه و بیشترین ۳۲۹ درجه سانتی‌گراد است.

لحیم به صورت مفتول نازک در قرقره‌های حدود ۲۵۰



شکل ۱ـ۳ـ نمودار تغییرات درجه حرارت لحیم بر حسب درصد امتزاج

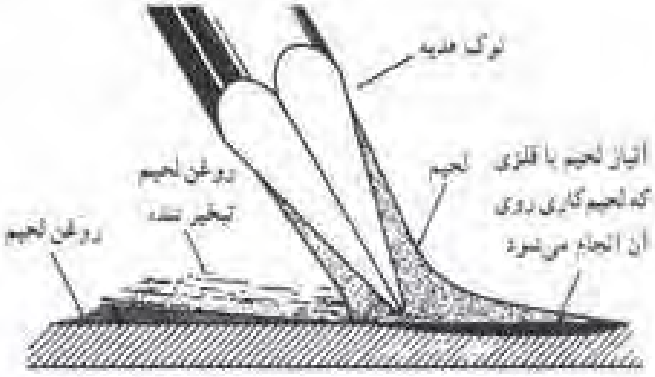
گرمی، ۵۰۰ گرمی با یک کیلوگرمی تولید می‌شود. قطر مفتول‌های لحیم، مختلف و در حدود کسری از یک تا چندین میلی‌متر است. لحیم‌ها را با درصد ترکیب‌های مختلف قلع و سرب نیز می‌سازند و به بازار عرضه می‌کنند.

۲ـ۳ـ روغن لحیم‌کاری

برای لحیم کردن دو فلز به یکدیگر لازم است قبلاً سطوح اتصال را کاملاً پاک کنید طوری که اکسید فلز روی آن‌ها وجود نداشته باشد. از آنجا که اکثر فلزات در درجه حرارت‌های عادی اکسید می‌شوند همواره لایهٔ بسیار نازکی از اکسید بر سطح آن‌ها وجود دارد از این رو قبل از لحیم‌کاری سطوح اتصال را توسط مواد پاک‌کننده تمیز کنید. مادهٔ پاک‌کننده‌ای که برای پاک کردن این سطح‌ها به کار رود «روغن لحیم‌کاری» نام دارد.

شکل ۲ـ۳ نحوه پاک کردن لایهٔ اکسید شده توسط روغن لحیم از سطح کار را نشان می‌دهد. هنگامی که حرارت هویه به روغن لحیم منتقل می‌شود روغن لحیم به سرعت داغ شده و تبخیر می‌شود.

هنگام تبخیر روغن لحیم ذرات اکسید روی فلز نیز تبخیر شده و فلز از اکسید پاک می‌شود.



شکل ۲ـ۳ـ عملکرد روغن لحیم در پاک کردن اکسیدها از سطح کار

اصولاً می‌توان همهٔ مواد شیمیایی که قادرند ترکیباتی نظیر اکسیدها، هیدرات‌ها و ... را در خود حل کنند در زمرهٔ روغن‌های لحیم‌کاری به‌حساب آورد. به این نوع مواد پاک‌کننده «روغن‌های کروسیو» یا «روغن‌های خورنده» می‌گویند.

روغن‌های کروسیو معمولاً در کارهای خشن و قطعات بزرگ و حجیم مورد استفاده قرار می‌گیرند. این نوع روغن‌ها در کارهای الکترونیکی و الکترونیکی کاربرد زیادی ندارد.

از معروف‌ترین روغن‌های کروسیو می‌توان ترکیب اسیدهای معدنی مانند اسید کلریدریک و کلرید روی را نام برد. علت عدم استفاده از روغن‌های کروسیو در کارهای الکترونیکی ظریف بودن قطعات و عناصر اصلی الکترونیکی است. چنانچه در موقع لحیم‌کاری از این نوع روغن استفاده شود عمل لحیم‌کاری به سهولت انجام می‌گیرد ولی پس از مدتی باقیمانده روغن تمام اجزای اتصال را می‌خورد و اتصال خود به خود باز می‌شود. علت باز شدن اتصال این است که هرقدر کار ظریف‌تر باشد درجه

حرارت عمل لحیم‌کاری پایین‌تر است. در این درجه حرارت‌ها، باقیماندهٔ روغن‌های کروسیو نمی‌توانند تجزیه و تبخیر شوند و در محل اتصال باقی می‌مانند و باعث خورده شدن اتصال می‌شوند. جهت اجتناب از خورده شدن اتصال در لحیم‌کاری قطعات الکترونیک و الکتروتکنیکی از روغن‌های غیرخورنده (Noncorrosive) استفاده می‌کنند. این روغن‌ها اکثراً ترکیبات آلی هستند و در درجه حرارت‌های نسبتاً پایین تجزیه و تبخیر می‌شوند و اثرات بد و نامطلوب در روی اتصالات از خود به‌جا نمی‌گذارند. تنها اثر آن‌ها بر روی اتصالات از بین بردن مواد زائد و اکسیدهاست[1].

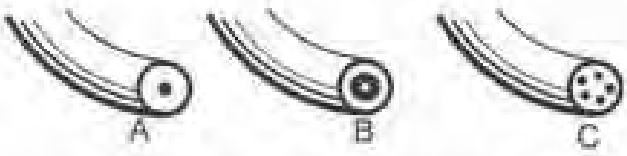
هر چند این روغن‌ها در محل اتصالات اثرات نامطلوبی شبیه به اثر روغن‌های کروسیو ازخود به‌جا نمی‌گذارند ولی ممکن است در سیم‌کشی‌ها و مونتاژهای الکترونیکی به علت استفاده بیش از حد، مقداری از روغن‌ها پس از پایان عمل لحیم‌کاری در محل اتصال باقی مانده و با گذشت زمان فاسد شود. در صورت بروز این حالت مقاومت و قابلیت هدایت محل اتصال تغییر می‌کند و ممکن است باعث ایجاد نویز (اغتشاش) شود. برای جلوگیری از این نوع مزاحمت‌ها، آلیاژهای لحیم‌کاری را به شکل سیم‌های استوانه‌ای با قطرهای مختلف (حدود ۱mm تا چند میلی‌متر) می‌سازند.

در این حالت مقدار روغن لحیم‌کاری که در عمل به‌کار می‌رود محدود به همان مقدار روغن موجود در داخل مفتول لحیم می‌شود. مقدار این روغن در انواع مختلف لحیم تفاوت دارد.

در شکل ۳ـ۳ نمونه‌هایی از طرز قرارگرفتن روغن لحیم در داخل سیم لحیم نشان داده شده است.

در کارهای معمولی لحیم‌کاری از سیم لحیم نوع A استفاده می‌شود. عمل پاک کردن سطح کار به این طریق انجام می‌شود که هنگام ذوب لحیم، روغن بین لحیم و فلزی که می‌خواهند لحیم شود قرار می‌گیرد و اکسید تولید شده در سطح فلز را پاک می‌کند، سپس تبخیر می‌شود و از بین می‌رود و مقدار کمی نیز از آن در اطراف محل اتصال باقی می‌ماند.

لحیم‌های نوع B و C در کارهای ظریف مانند لحیم‌کاری



روغن در مسیر مختلف روغن در خارج و مرکز روغن در مرکز

شکل ۳ـ۳ـ انواع لحیم روغن‌دار

۱ـ معروف‌ترین این روغن‌ها «رزین» (Resin) است که از گیاه یا نفت بدست می‌آید. روغن دیگری از این نوع «کلفنی» «Colophony» نام دارد.

قطعات الکترونیک به‌کار نمی‌رود بلکه در کارهای دیگری مانند قلع اندود کردن یک قطعه بزرگ استفاده می‌شود.

۴ـ۳ـ بررسی عملی اتصال در لحیم‌کاری

برای اینکه لحیم دو قطعه فلز را به یکدیگر ارتباط دهد باید با هر دو فلز ممزوج شود و در **محل امتزاج تولید آلیاژ** نماید این عمل بدین‌صورت انجام می‌گیرد که در اثر گرما فاصله بین مولکول‌های دو قطعه فلز در محل اتصال زیاد شده و تعدادی از مولکول‌های آلیاژ لحیم در داخل آن‌ها نفوذ می‌کند و ایجاد آلیاژ جدیدی مرکب از آلیاژ لحیم و فلز لحیم شده می‌نماید. مقدار این لایه آلیاژ که در سراسر سطح تماس لحیم با فلز وجود دارد از نظر ضخامت بسیار کم است و حتی ممکن است به ضخامت یک ملکول محدود شود. همین ضخامت ناچیز می‌تواند برای برقراری اتصال کافی باشد. این اتصال در اثر ممزوج شدن چند فلز (مثلاً سرب مس و قلع) به‌وجود می‌آید. شکل ۴ـ۳ نحوه اتصال دو فلز به کمک آلیاژ لحیم را نشان می‌دهد.

شکل ۴ـ۳ـ نحوه اتصال دو فلز به‌کمک آلیاژ لحیم

۵ـ۳ـ زاویه رطوبت لحیم

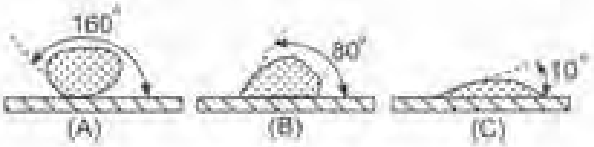
زاویه رطوبت بطور کلی زاویه‌ای را گویند که یک قطره مایع با سطح تکیه‌گاه خود بوجود می‌آورد. زاویه رطوبت لحیم زاویه‌ای است که آلیاژ لحیم ذوب شده با سطح فلز لحیم شده ایجاد می‌کند. **با بررسی این زاویه می‌توان لحیم‌کاری خوب را از لحیم‌کاری بد تشخیص داد.**

با درنظر گرفتن مقدار کافی لحیم جهت اتصال هر قدر زاویه رطوبت لحیم‌کاری کوچکتر باشد عمل لحیم‌کاری بهتر انجام گرفته است.

در شکل ۵ـ۳ حالت‌های مختلف زاویه رطوبت نشان داده شده‌اند. در قسمت A چون حرارت به‌اندازه کافی داده نشده است، زاویه رطوبت زیاد و سطح اتصال بسیار کم می‌باشد از این‌رو لحیم‌کاری بسیار بد انجام گرفته است.

در قسمت B نیز به‌علت زیاد بودن زاویه رطوبت کم شده اتصال لحیم‌کاری مناسب نیست.

در قسمت C یک حالت بسیار خوب لحیم‌کاری را نشان

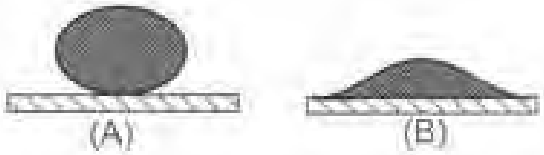


شکل ۵ـ۳ـ کیفیت لحیم‌کاری

می‌دهد. در این حالت زاویه رطوبت مناسب و سطح اتصال کافی می‌باشد.

یکی از عللی که باعث افزایش زاویه رطوبت می‌شود کثیف‌بودن سطح فلز یا فلزاتی است که می‌خواهیم لحیم کنیم. از این‌رو لازم است قبل از انجام لحیم‌کاری سطح کار را کاملاً تمیز کنیم. همچنین چنانچه لحیم را روی یک سطح غیر فلز ذوب کنیم زاویه رطوبت ماکزیمم مقدار ممکن را پیدا می‌کند و اتصال برقرار نمی‌شود.

شکل ۶ـ۳ قسمت A، لحیم را روی سطح غیرفلزی یا روی سطح تمیز نشده (کثیف یا اکسید شده) و شکل ۶ـ۳ قسمت B لحیم را روی سطح فلزی یا سطح کاملاً تمیز را نشان می‌دهد.



شکل ۶ـ۳ـ لحیم‌کاری خوب و بد

۶ـ۳ـ وسایل لحیم‌کاری

همان‌طور که قبلاً گفته شد، برای لحیم‌کاری چند قطعه به یکدیگر ابتدا باید آن‌ها را گرم نموده و سپس لحیم کرد. برای تأمین حرارت لازم از وسیله‌ای به نام هویه استفاده می‌شود. نوک هویه که حرارت را به اتصال می‌رساند معمولاً از جنس مس است، زیرا مس حرارت را بهتر از فلزات دیگر منتقل می‌کند.

برای کارهای مختلف از هویه‌های گوناگون استفاده می‌شود و معمولاً هویه‌ها را از نظر نحوهٔ گرم شدن به دو دسته تقسیم می‌کنند.

۱ـ۶ـ۳ـ هویه‌هایی که با جرقهٔ بونسن یا آتش یا کوره گرم می‌شوند.

۲ـ۶ـ۳ـ هویه‌هایی که به‌وسیله جریان الکتریکی گرم می‌شوند. این هویه‌ها در دو نوع مقاومتی و ترانسفورماتوری ساخته می‌شود.

در نوع مقاومتی یک سیم مقاومت‌دار که در داخل پوششی از عایق قرار گرفته است در اطراف میلهٔ مسی پیچیده می‌شود. با اتصال هویه به برق و عبور جریان الکتریکی، هویه مانند اطو گرم می‌شود. در شکل ۷ـ۳ ساختمان داخلی این نوع هویه نشان داده شده است.

شکل ۷ـ۳ـ ساختمان داخلی یک نمونه هویه مقاومتی

در نوع ترانسفورماتوری از اصول القای متقابل استفاده می‌شود. هویهٔ ترانسفورماتوری دارای سیم‌پیچ اولیه با دور زیاد و تعداد حلقه‌های ثانویه کم و بیشتر موارد تنها یک حلقه و در مواردی هم دو یا ۳ حلقه است. چون ترانسفورماتور کاهنده است شدت جریان در ثانویه زیاد می‌شود و حرارت قابل ملاحظه‌ای تولید می‌کند. این نوع هویه برای رسیدن به درجه حرارت نهایی احتیاج به زمان زیاد ندارد و فوراً گرم و برای کار آماده می‌شود. شکل ۸ـ۳ مدار الکتریکی هویه از نوع ترانسفورماتوری را نشان می‌دهد.

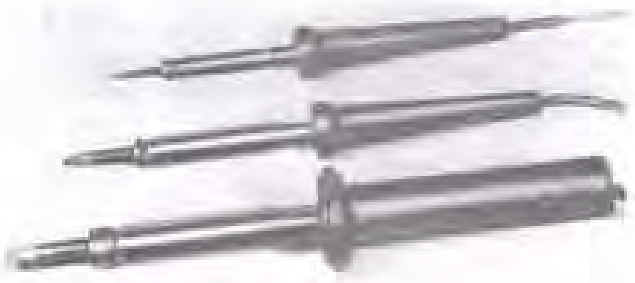
شکل ۸ـ۳ـ مدار الکتریکی هویه ترانسفورماتوری

جون شکل ظاهری این نوع هویه‌ها شبیه به هفت‌تیر است از این رو به آن‌ها هویهٔ هفت‌تیری می‌گویند. ولتاژ کار این هویه‌ها ۲۲۰ ولت و دارای قدرتی برابر ۸۰ تا ۱۲۰ وات است.

در شکل ۹ـ۳ یک نمونه هویهٔ هفت‌تیری با سرهای مختلف و یک آچار برای تعویض نوک آن که به‌صورت یک کیت کامل در بازار فروخته می‌شود نشان داده شده است.

شکل ۹ـ۳ـ یک کیت کامل هویه هفت‌تیری

جون قدرت حرارتی هویه‌های هفت‌تیری زیاد است و از طرفی نوک آن‌ها برای کارهای خیلی دقیق مناسب نیست اکثراً برای کارهای ظریف‌تر و دقیق‌تر و خصوصاً در لحیم‌کاری مدارهای چاپی از هویه‌های قلمی استفاده می‌شود. هویه‌های قلمی معمولاً از نوع مقاومتی است و تا قدرت‌های ۵۰ وات ساخته می‌شوند. شکل ۱۰ـ۳ سه نمونه هویهٔ قلمی را نشان می‌دهد.

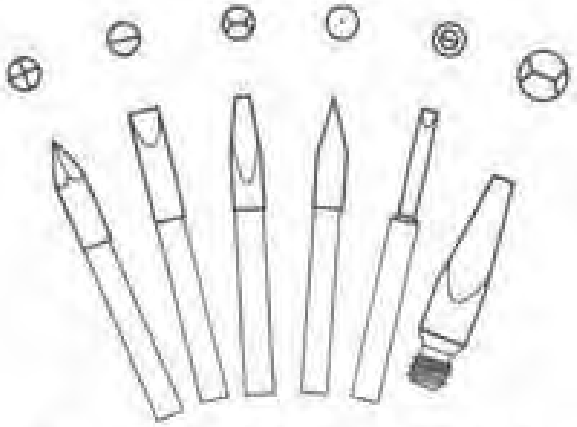


شکل ۱۰ـ۳ـ سه نمونه هویه قلمی

معمولاً در هویه‌های قلمی برای تغییر قدرت، هویه را عوض نمی‌کنند بلکه تنها نوک و سیم حرارتی آن را تعویض می‌کنند که این دو به‌صورت مجموعه‌ای روی بدنه هویه نصب می‌شوند. شکل ۱۱ـ۳ دو نوع از این مجموعه را نشان می‌دهد.

شکل ۱۱ـ۳ـ دو نمونه نوک هویه قابل تعویض

در نوع A نوک هویه نیز جدا می‌شود و در نوع B قسمت سیم حرارتی و نوک هویه یکپارچه است. سیم حرارتی داخل یک محفظه چینی قرار گرفته است و به مجموعه مانند لامپ‌های روشنایی معمولی در داخل بدنه هویه پیچیده می‌شود و اتصالات مربوطه انجام می‌گیرد. برای کارهای مختلف در هویه‌های قلمی از نوک‌های متفاوت استفاده می‌کنند. که در شکل ۱۲ـ۳ نمونه‌هایی از این نوک‌ها نشان داده شده است.



شکل ۱۲ـ۳ـ نمونه‌هایی از نوک‌های قابل تعویض هویه قلمی

هویه‌های قلمی با توان بالا نیز در عمل ساخته می‌شوند که در کارهای عمومی الکترونیک معمولاً کاربرد ندارد. توان این هویه‌ها ۱۰۰ تا ۵۵۰ وات است. در شکل ۱۳ـ۳ نمونه‌هایی از این هویه‌ها نشان داده شده‌است.

شکل ۱۳ـ۳ـ نمونه هویه قلمی توان بالا

جدول ۱ـ۳ ارتباط توان هویه با حرارت تولیدی در نوک آن را نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ۳ـ ارتباط توان یک هویه با حرارت تولیدی در نوک آن

درجه حرارت ایجاد شده برحسب سانتی‌گراد	توان هویه برحسب وات
۳۷۱ ـــ ۳۴۳	۲۵
۴۲۷ ـــ ۴۰۰	۴۰
۵۳۸ ـــ ۴۵۵	۵۰

۷ـ۳ـ طرز لحیم‌کاری

برای آن که لحیم‌کاری به‌خوبی انجام گیرد باید نکات زیر را درنظر بگیرید:

۱ـ۷ـ۳ـ غاطی که می‌خواهید لحیم‌کاری کنید کاملاً تمیز و پاک کنید.

۲ـ۷ـ۳ـ نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.

۳ـ۷ـ۳ـ در موقع لحیم کردن ابتدا **محل اتصال** را حرارت دهید و سپس سیم لحیم را روی آن بگذارید تا ذوب شود.

۴ـ۷ـ۳ـ درصورتی که دو قطعه را قبلاً به لحیم آغشته کنید و سپس آن‌ها را با حرارت دادن به‌هم وصل کنید لحیم‌کاری خیلی بهتر انجام می‌گیرد.

۵ـ۷ـ۳ـ از لحیم به‌اندازه‌ای که لازم است استفاده کنید. به‌کار بردن لحیم زیادی دلیل بر اتصال کامل و مستحکم نیست.

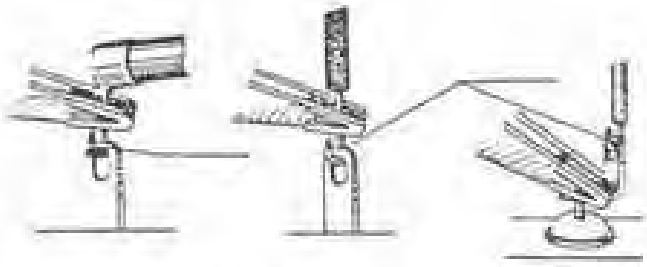
۶ـ۷ـ۳ـ لحیم‌کاری زمانی خوب است که پس از لحیم‌کاری، محل اتصال درخشان به‌نظر آید.

۷ـ۷ـ۳ـ سعی کنید درموقع لحیم‌کاری اجزای الکترونیکی (ایمان‌ها)، نوک هویه را زیاد در محل اتصال قرار ندهید زیرا حرارت اضافی منجر به سوختن ایمان‌های الکترونیکی می‌شود.

۸ـ۷ـ۳ـ برای احتیاط به‌خصوص درمواردی که شخص تبحر کافی جهت لحیم‌کاری ایمان‌های حساس الکترونیکی از قبیل دیودها، ترانزیستورها و... ندارد لازم است پایه‌ای از ایمان را که می‌خواهیم لحیم کنیم با دم‌باریک یا گیره فلزی بگیریم تا قسمتی از حرارت از طریق دم‌باریک یا گیره منتقل شده و حرارت کمتری به عنصر حساس برسد (شکل ۱۲ـ۳).

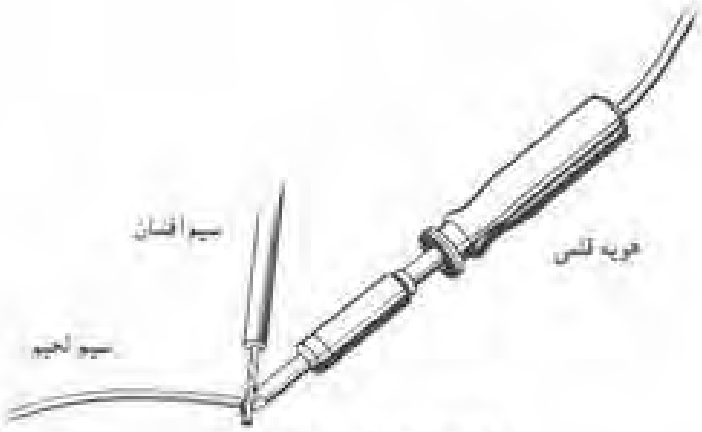
۹ـ۷ـ۳ـ برای لحیم‌کاری پایه‌های ایمان‌های بسیار حساس مانند IC ها که به علت کوتاه‌بودن پایه نمی‌توان از دم‌باریک و یا گیره جهت انتقال حرارت استفاده کرد می‌توانیم نخست لحیم را در نقطه‌ای نزدیک به پایه دوب کنیم و سپس در یک لحظه لحیم مذاب را به طرف پایه IC هدایت کنیم تا پایه لحیم شود.

۱۰ـ۷ـ۳ـ برای قطع اندود کردن سرسیم از نوع سیم



شکل ۱۲ـ۳ـ نحوهٔ دفع حرارت با گیره یا دم‌باریک

افشان یا مفتولی، ابتدا سرسیم را توسط هویه گرم کنید. سپس سیم لحیم را روی سیم قرار دهید نه روی نوک هویه تا لحیم با گرمای سر سیم ذوب شود (شکل ۱۵ـ۳)



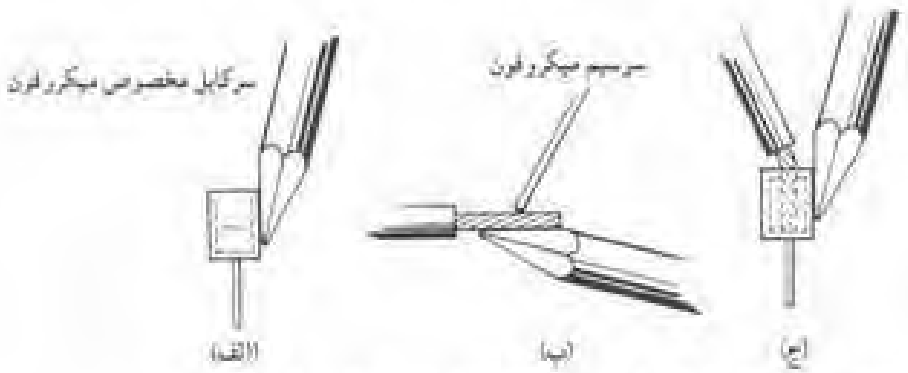
شکل ۱۵ـ۳ـ نحوه لحیم‌کاری سرسیم

۱۱ـ۷ـ۳ـ برای اتصال یک سیم افشان به سرکابل‌های کوچک مانند سرکابل مخصوص میکروفون، ابتدا سرکابل را گرم کنید و سپس لحیم را داخل آن بریزید. توجه داشته باشید که لحیم باید با گرمای سرکابل ذوب شود و نباید با حرارت مستقیم هویه به نقطهٔ ذوب برسد. سپس سرسیم میکروفون را قلع‌اندود کنید. درنهایت با حرارت دادن مجدد سرکابل، سیم قلع‌اندود شدهٔ میکروفون را داخل سرکابل قرار دهید تا عمل لحیم با دقت انجام شود. شکل ۱۶ـ۳ این عمل را نشان می‌دهد در این شکل:

الف) ذوب کردن قلع داخل سرکابل

ب) قلع‌اندود کردن سرسیم میکروفون

ج) قرار دادن سیم لحیم شده در داخل سرکابل مخصوص میکروفون



شکل ۱۶ـ۳ـ مراحل لحیم کردن یک سرسیم میکروفون به یک سرکابل کوچک

۱۲ــ۷ــ۳ــ در مدارهای الکترونیکی و یا مدارهای الکتریکی گاهی پیش می‌آید که باید دو رشته سیم را به یکدیگر لحیم کنیم برای این کار باید مراحل زیر را انجام دهیم :

الف : سرسیم‌ها را با سیم لخت‌گن به‌اندازه کافی روبوش برداری (بین ۱ تا ۳ سانتی‌متر) می‌کنیم (شکل ۱۷ــ۳ الف).

ب : سرسیم‌ها را کاملاً تمیز می‌کنیم (شکل ۱۷ــ۳ الف).

ج : دو رشته سیم را به یکدیگر می‌تابانیم (شکل ۱۷ــ۳ ب).

د : محل تابانیده شده دو سیم به یکدیگر را لحیم می‌کنیم تا دو سیم کاملاً به‌هم لحیم شوند. در شکل ۱۷ــ۳ مراحل کار نشان داده شده است (شکل ۱۷ــ۳ ج).

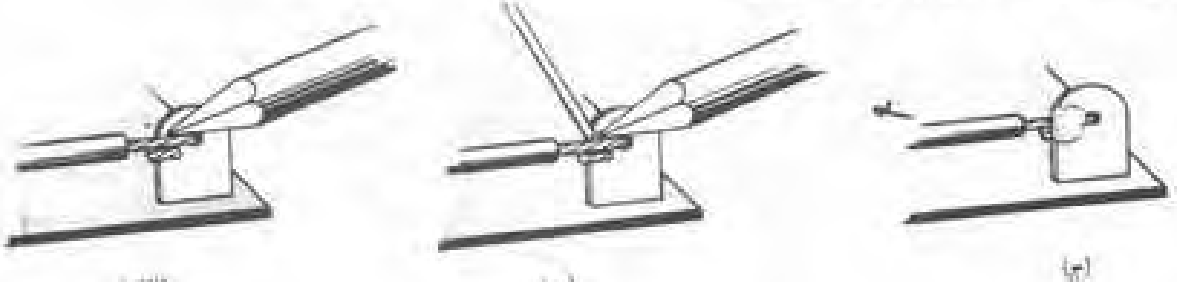
(الف) سر سیم‌ها را کاملاً تمیز می‌کنیم.

(ب) دو رشته سیم را به یکدیگر می‌تابانیم.

(ج) محل تابانیده شده دو سیم را لحیم می‌کنیم.

شکل ۱۷ــ۳ــ مراحل انجام اتصال دو رشته سیم به یکدیگر

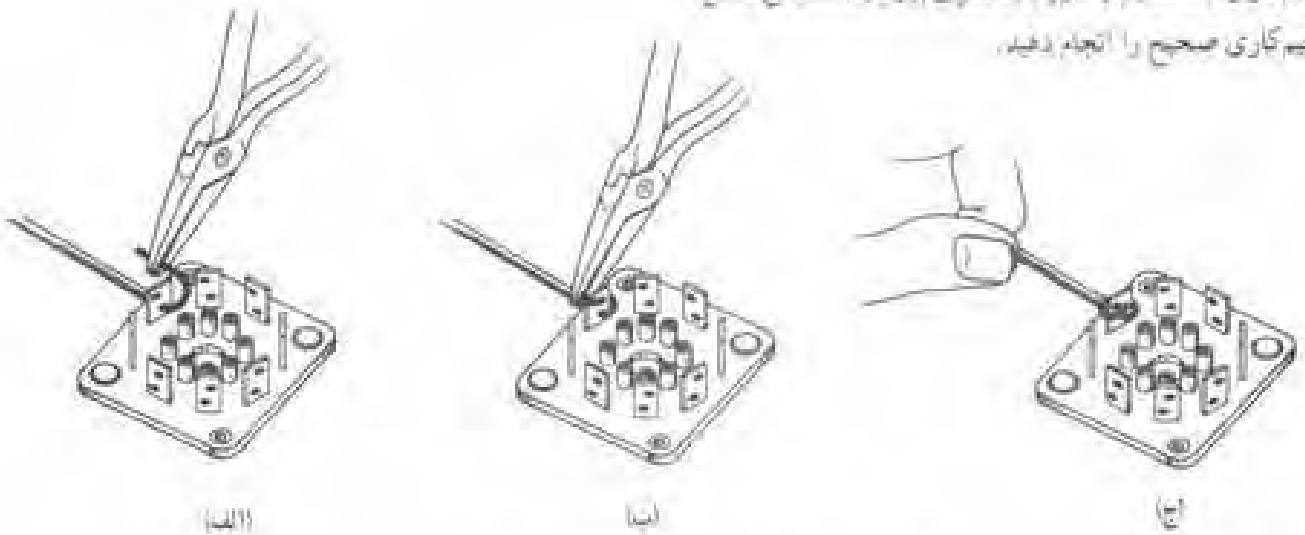
۱۳ــ۷ــ۳ــ برای لحیم کردن یک سیم به یک پایه فلزی، ابتدا سیم را یک دور، دور پایه فلزی یا وسایل مشابه دیگر بپیچید. سپس محل اتصال را گرم کنید و سیم لحیم را روی محل اتصال به نوک هویه قرار دهید. صبر کنید تا لحیم ذوب شود و عمل لحیم انجام پذیرد. شکل ۱۸ــ۳ این مراحل را نشان می‌دهد.



(الف) (ب) (ج)

شکل ۱۸ــ۳ــ نحوه اتصال یک سیم به یک پایه فلزی

شکل ۱۹ـ۳ شیوه دیگری از نحوه اتصال یک رشته سیم به یک پایه فلزی را نشان می‌دهد. در این گونه موارد قبل از لحیم‌کاری ابتدا سیم را دور پایه فلزی بپیچید، سپس عمل لحیم‌کاری صحیح را انجام دهید.



(الف) (ب) (ج)

شکل ۱۱ـ۳ـ نحوه پیچیدن یک رشته سیم دور یک پایه فلزی

۱۴ـ۷ـ۳ـ امروزه تقریباً کلیه مدارهای الکترونیکی را به‌صورت مدار چاپی می‌سازند. مدار چاپی صفحه‌ای از یا کلیت است که روی آن لایه نازکی از مس کشیده می‌شود. لایه‌های مسی اتصالات مدار را برقرار می‌کنند. از این‌رو چگونگی لحیم‌کاری المان‌های الکترونیکی روی صفحه مدار چاپی اهمیت فراوانی دارد.

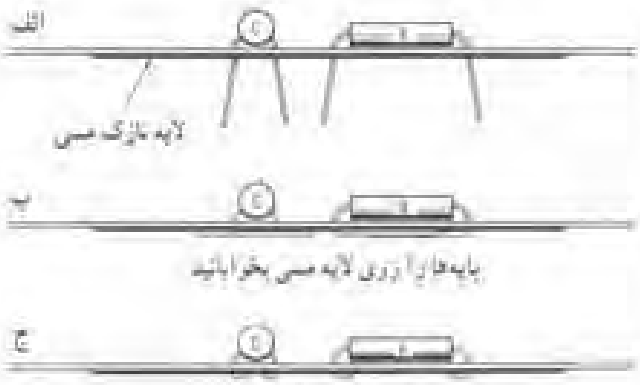
شکل ۲۰ـ۳ چگونگی لحیم‌کاری مقاومت R و خازن عدسی C را روی یک مدار چاپی نشان می‌دهد.

برای لحیم‌کاری باید ابتدا صفحه مدارچاپی را سوراخ کنید. سپس پایه‌های هریک از المان‌ها را از این سوراخ‌ها عبور دهید (الف) و پایه‌ها را روی لایه مسی صفحه بخوابانید (ب) در نهایت سیم اضافی پایه‌ها را با سیم‌چین قطع کنید (ج) و پایه‌ها را روی لایه مسی لحیم کنید.

شکل ۲۱ـ۳ لحیم‌کاری صحیح پایه مقاومت R را روی صفحه مدارچاپی نشان می‌دهد.

همان‌طور که از شکل ۲۱ـ۳ مشخص است، مقدار لحیم حداقل مقدار را دارد و کاملاً پایه مسی را دربر گرفته است.

اشکال این نوع لحیم‌کاری این است که اگر بخواهیم قطعه سوخته را جایگزین کنیم، هنگام بیرون کشیدن آن از مدار بمی‌توانیم



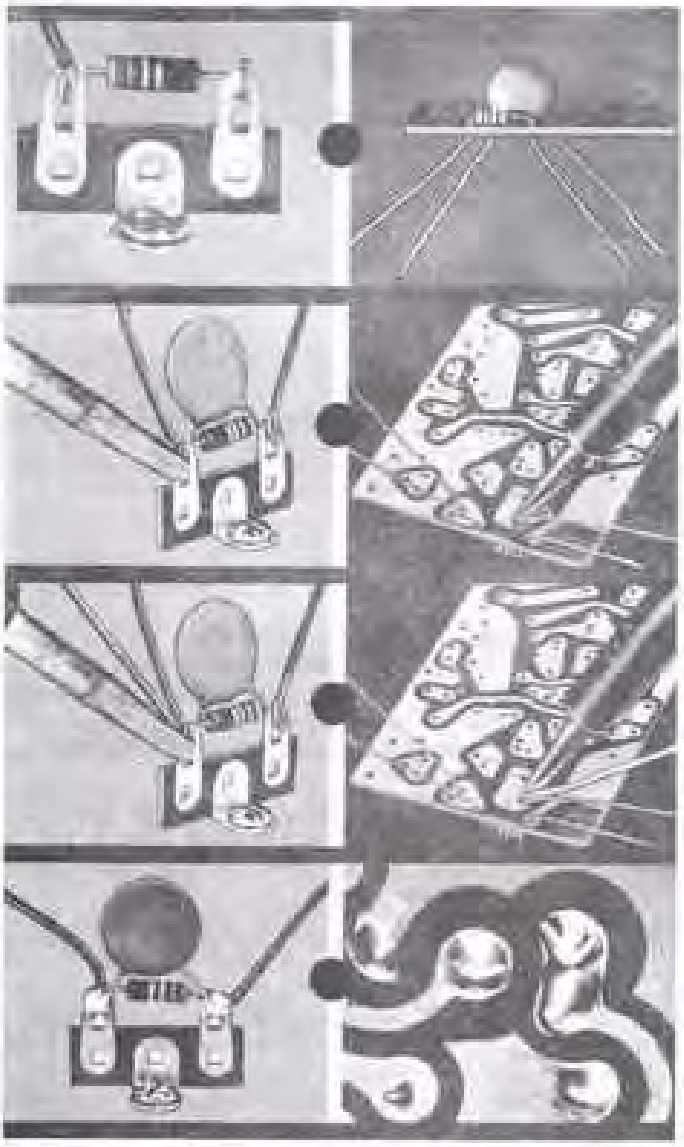
شکل ۲۰ـ۳ـ نحوه قرار دادن اجزاء مدار و مقاومت روی مدارچاپی جهت لحیم‌کاری

شکل ۲۱ـ۳ـ نحوه لحیم کردن صحیح پایه المان به مدارچاپی

لحیم را کاملاً از محل اتصال پاک کنیم. این مسئله اشکال زیادی به‌وجود می‌آورد.

برای جلوگیری از به‌وجود آمدن این اشکال، پایه‌ها را بدون اینکه بخوابانند، لحیم می‌کنند و اضافه سیم‌ها را با سیم‌چین می‌چینند.

شکل ۲۲ـ۳ چگونگی لحیم کردن المان‌ها را روی صفحه مدار چاپی نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل مشخص است نخست پایه‌ها را از سوراخ‌های روی صفحه مدارچاپی می‌گذرانیم. سپس محل اتصال را گرم می‌کنیم و سیم لحیم را روی محل اتصال قرار می‌دهیم تا پایه المان‌ها را به نوار مسی وصل کند. پس از انجام لحیم‌کاری، اضافی سیم پایه‌ها را با سیم‌چین می‌چینیم.



پایه‌ها را از سوراخ‌های صفحه مدارچاپی می‌گذرانیم

محل اتصالات را با نوک قلم گرم می‌کنیم

با سیم لحیم عمل لحیم‌کاری صحیح را انجام می‌دهیم

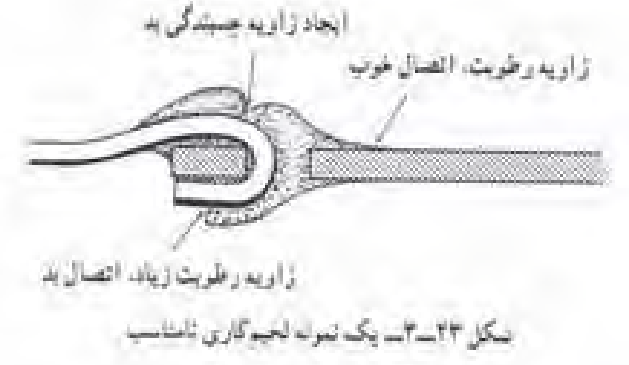
پایه‌های اضافی را با سیم‌چین می‌چینیم

شکل ۲۲ـ۳ـ مراحل و نحوه لحیم‌کاری صحیح روی مدار چاپی

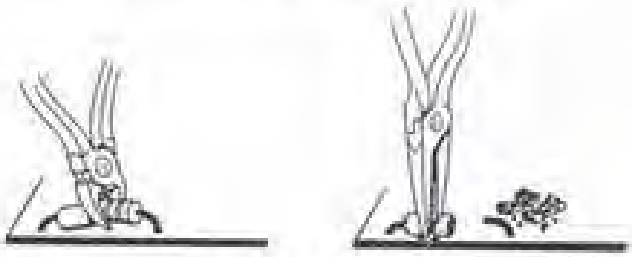
۱۵ـ۷ـ۳ـ بعد از انجام لحیم‌کاری موارد لحیم‌کاری شده را با دقت بازرسی کنید تا مطمئن شوید که عمل لحیم‌کاری با ظرافت انجام شده است. به‌عنوان مثال در شکل ۲۳ـ۳ عمل لحیم‌کاری به‌درستی انجام نشده است. این گونه موارد را با دقت مورد بررسی قرار دهید.

۱۶ـ۷ـ۳ـ هنگام تعویض یک قطعه، ابتدا لحیم پایه‌های آن را ذوب کنید. سپس به‌وسیله یک قلع‌کش، قلع ذوب شده را جمع‌آوری کنید و قطعه را بیرون بیاورید.

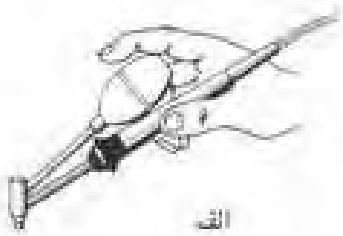
هرگز قطعه‌ای که لحیم پایه‌های آن را ذوب نکرده‌اید بیرون نیاورید. هرگز از سیم‌چین برای بیرون آوردن قطعات استفاده نکنید (شکل ۲۴ـ۳).



شکل ۲۳ـ۳ـ یک نمونه لحیم‌کاری نامناسب

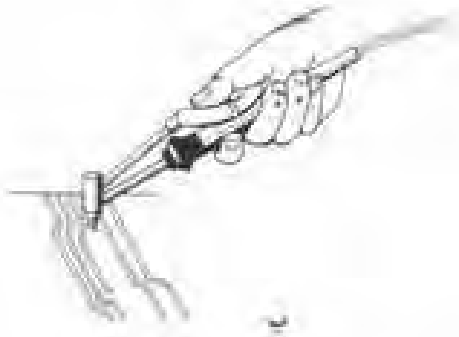


شکل ۲۴ـ۳ـ نحوه درآوردن غلط قطعات از مدار چاپی

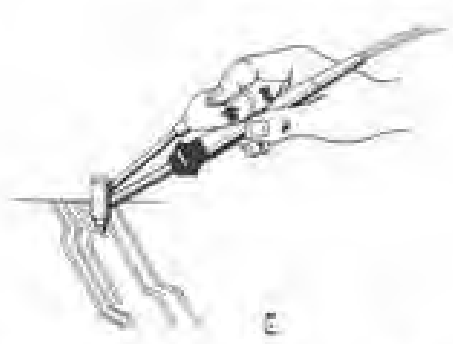


الف

برای جمع‌آوری قلع از روی مدار چاپی، ابتدا هویه مخصوص مجهز به قلع‌کش تهیه کنید. سپس قسمت مکنده را فشار دهید تا هوای داخل آن تخلیه شود. نوک هویه را به محل موردنظر تماس دهید تا قلع آن نقطه ذوب شود. در مرحله آخر با رها کردن قسمت مکنده، قلع‌کش، قلع‌های ذوب شده جذب می‌شود. اگر قلع‌کش جدا از هویه باشد نیز به‌همین صورت عمل می‌شود. شکل ۲۵ـ۳ نحوه جمع‌آوری قلع از روی یک مدار چاپی را نشان می‌دهد.



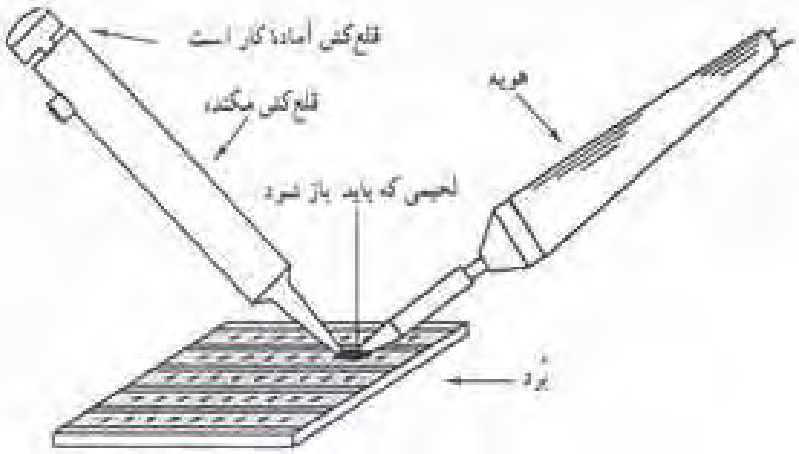
ب



ج

شکل ۲۵ـ۳ـ نحوه جمع‌آوری قلع ذوب شده از روی مدار چاپی

در شکل ۲۶ـ۳ نحوه استفاده از قلع‌کش پیستونی ساده نشان داده شده است.



شکل ۲۶ـ۳ـ نحوه استفاده از قلع‌کش پیستونی ساده

۸ـ۳ـ کار عملی شماره (۱)

مدت زمان انجام کار عملی ۶ ساعت

نام کار عملی: لحیم‌کاری

هدف‌های کار عملی

الف : قطع/مدود کردن سیم‌سیم‌های متصولی و افشان

ب : لحیم‌کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد ۷/۵×۷/۵×۷/۵ سانتی‌متر)

ج : لحیم‌کاری روی فیبر مدار چاپی

د : در آوردن قطعات لحیم شده از روی فیبر مدار چاپی

شرح خلاصه کار عملی: در این قسمت کار عملی، شما به تمرین لحیم‌کاری می‌پردازید. تمرینات لحیم‌کاری طوری تدوین شده‌است که بیشترین کاربرد در الکترونیک و تعمیرات عادی را دارند.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد / مقدار
۱ـ هویه ۴۰ وات از نوع قلمی	یک عدد
۲ـ سیم افشان نمره ۱/۵ به طول ۷۵ سانتی‌متر	یک رشته
۳ـ سیم متصول نمره ۱/۵ به طول ۱۸۰ سانتی‌متر	یک رشته
۴ـ سیم‌چین	یک عدد
۵ـ سیم لخت‌کن	یک عدد
۶ـ قلع ۶۳/۳۷	به‌اندازه کافی
۷ـ سیم آلتن خودچون از نوع مقرری‌دار	۳۰ سانتی‌متر
۸ـ خط‌کش ۲۰cm فلزی	۱ عدد
۹ـ سیم افشان نمره ۱	۲۰ سانتی‌متر
۱۰ـ فیبر سوراخ‌دار ۱۰×۱۰cm	یک عدد
۱۱ـ مقاومت $\frac{1}{2}$ وات (مقدار آن مهم نیست)	۱۵ عدد
۱۲ـ دیود 1N4001 یا مشابه	۲ عدد
۱۳ـ دم‌گربه یا دم‌باریک	۱ عدد
۱۴ـ لوله مدارچاپی اوراقی	یک قطعه

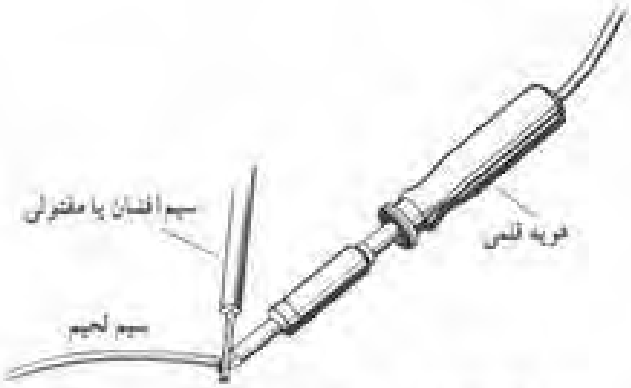
مراحل اجرای کار عملی

موضوع الف: قلع‌اندود کردن سرسیم‌های مفتولی و افشان

■ وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

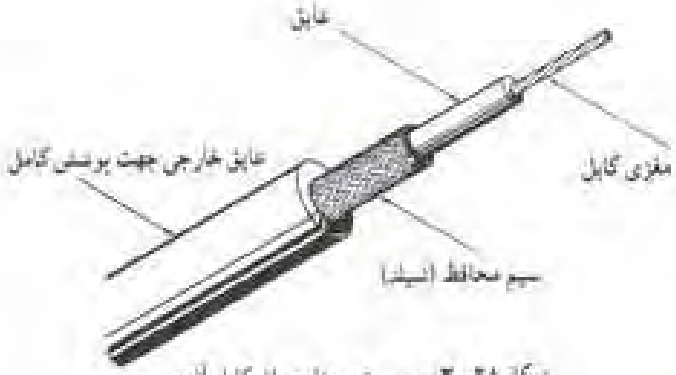
■ از سیم افشان نمره ۱/۵ پنج قطعه ۱۵ سانتی‌متری و از سیم مفتولی ۵ قطعه ۱۵ سانتی‌متری جدا کنید (جمعاً ده قطعه سیم ۱۵ سانتی‌متری)

■ به کمک سیم‌لخت‌کن از هر طرف هریک از قطعات یک سانتی‌متر روپوش برداری کنید. سپس مطابق شکل ۲۷ـ۳ تمامی سرسیم‌ها را قلع‌اندود کنید.



شکل ۲۷ـ۳ـ اصول صحیح قلع‌اندود کردن سرسیم

■ یک سانتی‌متر از روپوش دوسر کابل آنتن تلویزیون را مطابق شکل ۲۸ـ۳ بردارید و مغزی هر دو سر را قلع‌اندود کنید.



شکل ۲۸ـ۳ـ روبوش برداری از کابل آنتن

سؤال ۱ـ چرا سرسیم‌ها را قلع‌اندود می‌کنند؟ کاربرد آن‌ها در کجاست؟ توضیح دهید.

درصورتی که نتوانستید به سؤالات فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت ... (۷ـ۳) ... مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

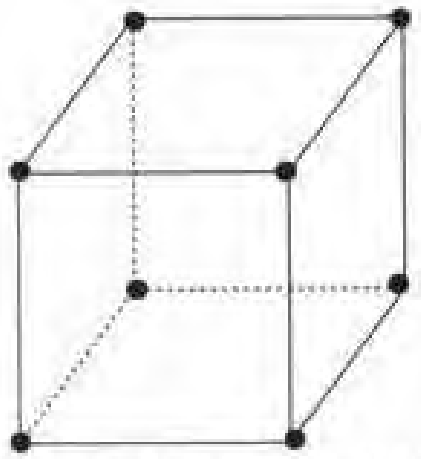
موضوع ب: لحیم‌کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد ۷/۵×۷/۵×۷/۵ سانتی‌متر)

■ از سیم مفتولی باقی‌مانده ۱۲ رشته سیم ۷/۵ سانتی‌متری را به کمک سیم‌چین ببرید.

■ دو طرف هر دوازده قطعه را به‌اندازه یک سانتی‌متر روپوش برداری کنید.

■ هر دو طرف هر قطعه را قلع‌اندود کنید.

■ دوازده قطعه سیم آماده شده مطابق شکل ۲۹ـ۳ یک مکعب بسازید. رئوس مکعب باید لحیم‌کاری شود.

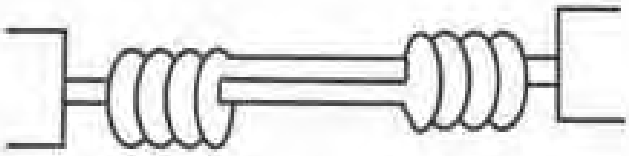


شکل ۲۹ـ۳ـ شکل قطعه‌کاری که باید ساخته شود.

■ با استفاده از سیم‌چین دو رشته سیم افشان نمره ۱/۵ به طول ۱۲/۵ سانتی‌متر ببرید.

■ دو طرف هریک از سیم‌های ۱۲/۵ سانتی‌متر، حدود ۱/۵ سانتی‌متر رویپوش برداری کنید.

■ سیم‌ها را به‌صورت شکل ۳۰ـ۳ به یک‌دیگر بتابانید و محل تابانده شده را لحیم‌کاری کنید.



شکل ۳۰ـ۳ـ نحوه تابانیدن دو رشته سیم جهت لحیم‌کاری

سؤال ۲ـ چرا برای اتصال دو رشته سیم به یکدیگر، ابتدا آن‌ها را به یکدیگر می‌تابانیم و سپس روی آن‌ها را لحیم می‌کنیم؟ توضیح دهید.

درصورتی که نتوانستید به سؤالات فوق پاسخ دهید یا نسبت به پاسخ خود تردید داشتید به قسمت ... (۷ـ۳) مراجعه و مطالب را مجدداً مرور کنید.

موضوع ج: لحیم‌کاری روی فیبر مدار چاپی

■ پایه‌های تمامی مقاومت‌ها و سایر قطعات را به کمک دم‌باریک با دم‌گرد به‌صورت شکل ۳۱ـ۳ درآورید.

شکل ۳۱ـ۳ـ پایه‌های مقاومت‌ها، دیودها و ... را به این صورت خم کنید.

■ این قطعات را یکی‌یکی طبق شکل ۳۲ـ۳ روی فیبر مسی سوراخ‌دار قرار دهید و از پشت فیبر (طرف مس‌دار) آن‌ها را لحیم‌کاری کنید.

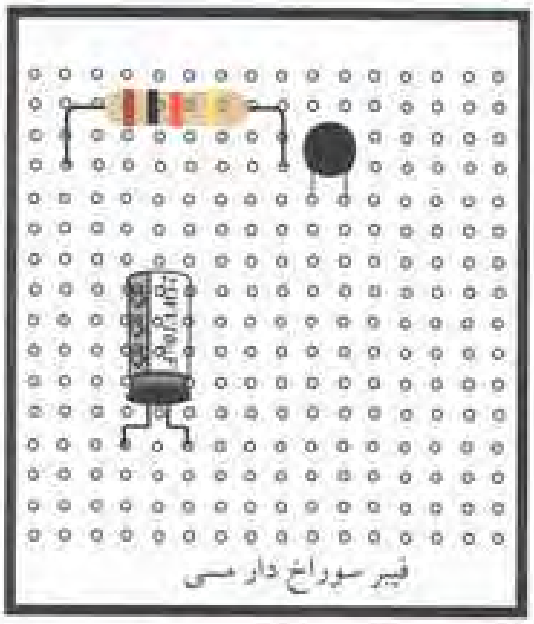
موضوع د: درآوردن قطعات لحیم شده از روی فیبر مدار چاپی

■ یک قطعه فیبر اوراقی مدار چاپی را در اختیار بگیرید.

■ با استفاده از هویه و قلع‌کش تعدادی از قطعات را از روی آن بیرون بکشید.

■ قطعات را دوباره در محل خود بگذارید و لحیم کنید.

■ مراحل را آن‌قدر تکرار کنید تا به قدر کافی در انجام آن‌ها مهارت به‌دست آورید.



شکل ۳۲ـ۳ـ قطعات را یکی‌یکی روی فیبر قرار دهید و سپس از پشت فیبر آن‌ها را لحیم کنید.

برای اجرای خودآزمایی عملی به انتهای مطالب فصل سوم آزمون پایانی عملی (۳) خودآزمایی شماره ۱ مراجعه کنید.

۹ـ۳ـ آزمون عملی پایانی (۳)

۱ـ۹ـ۳ـ سعی کنید قطعات روی یک برد مدارچاپی مربوط به رادیو یا وسایل دیگر که خراب شده است را از قبیر مدارچاپی جدا کنید و سپس همین قطعات را روی همین برد جایی لحیم کنید تا تجربه و مهارت کافی در امر تعویض قطعات روی مدارچاپی کسب کنید.

پرسش و تمرین (۳)

۱ـ اگر بعد از لحیم‌کاری، مقداری روغن لحیم روی سطح کار بماند چه اتفاقی می‌افتد؟

۲ـ تفاوت بین روغن‌های لحیم خورنده و غیرخورنده را شرح دهید.

۳ـ در الکترونیک چرا به‌جای استفاده از سیم لحیم و روغن لحیم، از لحیم‌های روغن‌دار استفاده می‌کنند؟

۴ـ زاویه رطوبت چیست و در کجا به‌کار می‌رود

۵ـ تفاوت هویه‌های مقاومتی و ترانسفورماتوری را با رسم شکل شرح دهید.

۶ـ برای لحیم‌کاری چرا در عمل از نوک‌های متعدد استفاده می‌کنند؟ شرح دهید.

۷ـ چگونه می‌توان از روی یک مدار لحیم‌کاری شده تشخیص داد که لحیم‌کاری خوب انجام شده است یا خیر؟ شرح دهید.

۸ـ چگونه یک سر سیم را قلع‌اندود می‌کنند؟ مراحل کار را شرح دهید.

۹ـ مراحل اتصال دو سر سیم را به یک‌دیگر شرح دهید.

۱۰ـ چگونگی اتصال یک رشته سیم به یک پایهٔ فلزی را دقیقاً توضیح دهید.

پاسخ سؤالات چهار گزینه‌ای پیش‌آزمون‌ها

پیش‌آزمون ۱

شماره سؤال	گزینه صحیح
۱	الف
۲	ج
۳	د
۴	ج
۵	ب
۶	الف
۷	الف
۸	د
۹	ج
۱۰	الف

پیش‌آزمون ۲

شماره سؤال	گزینه صحیح
۱	د
۲	ب
۳	الف
۴	ج
۵	ب

پیش‌آزمون ۳

شماره سؤال	گزینه صحیح
۱	د
۲	الف
۳	ب
۴	الف
۵	ب
۶	الف
۷	د
۸	ب
۹	ج
۱۰	الف

منابع مورد استفاده

۱ـ تکنولوژی برق ـ جلد اول تألیف پی ـ ال ـ تراژا ترجمه : سعید شعاری‌نژاد

۲ـ آزمایش‌های الکتریسیته و مغناطیس تألیف : دکتر محمود قرآن نویس ـ محمود ملکی دربندی

۳ـ فیزیک پایه ـ جلد سوم ـ تألیف فرانک ـ ج ـ پلت ترجمه : محمد خرمی

۴ـ آزمایشگاه اندازه‌گیری الکتریکی تألیف : فتح‌اله نظریان

۵ـ FUNDAMENTAL OF ELECTRIC CIRCUITS

by: DAVID BELL

۶ـ دستگاه‌های اندازه‌گیری تألیف : فتح‌اله نظریان

۷ـ کاتالوگ‌های مختلف دستگاه‌های اندازه‌گیری

۸ـ اصول لحیم کاری تدریوان مرحوم مهندس اجیاری

۹ـ abc's of ELECTRICAL SOLDERING

by: LOUIS M.DEZETTEL

شابک ۴-۱۲۱۱-۰۵-۹۶۴
ISBN 964-05-1211-4

قیمت در تمام کشور ۱۰۰۰۰ ریال

۱۳۸۲