

۳-۸- مدار الکتریکی

هدف: آشنایی با مدار الکتریکی ساده و اجزای آن و

نمادهای قراردادی

دانشته‌های قبلی: در کتاب حرفه و فن دوم راهنمایی و

علوم سوم راهنمایی مدار الکتریکی ساده وجود دارد و از دانش‌آموزان خواسته شده که آن را بسازند.

راهنمای تدریس

از گروه‌ها می‌خواهیم اجزای یک مدار الکتریکی ساده را

نام ببرند و نقش هریک را در مدار بیان کنند. سپس به انجام آزمایش ۵ پردازند.

آمادگی پیش از تدریس: به تعداد گروه‌ها لامپ، سرپیچ،

باتری، کلید و سیم‌های رابط لازم است.

آزمایش کنید (۵)

با توجه به کتاب‌های دوره‌ی راهنمایی، انجام این آزمایش

تکراری است. از دانش‌آموزان می‌خواهیم مدار را ببندند و به

پرسش طرح شده به دقت پاسخ دهند.

پاسخ: باتری دو سر لامپ اختلاف پتانسیل الکتریکی

به وجود می‌آورد، پس در لامپ بارها شارش پیدا می‌کنند در

نتیجه انرژی الکتریکی به نورانی تبدیل می‌شود.

توجه

– در این قسمت هنوز جریان الکتریکی تدریس نشده

است؛ پس در بیان پاسخ به شارش بارها اکتفا می‌کنیم.

– با این که به هم‌بندی سری و موازی در دوران ابتدایی و

راهنمایی گفته شده ولی جزء سرفصل‌های کتاب حاضر نیست.

پس از تدریس مدار الکتریکی، نمادهای قراردادی اجزای مدار

را معرفی می‌کنیم و می‌خواهیم که فعالیت زیر را انجام دهند.

فعالیت پیشنهادی ۱۸:

شکل مربوط به مدار الکتریکی ساده را با استفاده از

نمادهای قراردادی رسم کنید (پاسخ آن شکل ۳-۱۲- الف است).

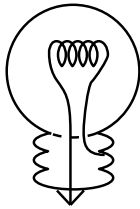
گام‌های مدار الکتریکی
وقتی که چراغچه را وصل می‌کنیم لامپ آن روشن می‌شود. آیا بتوانیم به سلفون داخلی
چراغچه توجه کرده‌ایم؟ آیا به سلفون که روشن شدن لامپ چراغچه را برقرار می‌کند
توجه کردیم؟ به سلفون این رشته‌ها را می‌توانیم زیر و رو کنیم.



به ترتیب شکل (۱) مدار الکتریکی ساده می‌سازیم. معمولاً بر روی سلفون‌ها باتری را
طبق شکل (۲) آویزان می‌کنیم. قطعه خط قرمز رنگ، پتانسیل منفی و قطعه خط زرد رنگ،
پتانسیل مثبت آن است. سلفون داخلی چراغچه نیز مشابه مدار ساده‌ی شکل (۳) الف است.

توجه

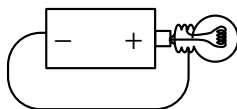
در بررسی مدار شکل ۳-۱۲-ب شاید لازم باشد توضیح دهیم که وسایل و قطعه‌های الکتریکی که فعلاً با آن‌ها سروکار داریم، دارای دو سر هستند و وقتی در مدار قرار می‌گیرند، این دو سر به دو نقطه از مدار وصل می‌شود. دو سر رشته‌ی ملتهب لامپ یکی به بدنه‌ی برنجی و دیگری به انتهای لامپ متصل است.



شکل ۵۱

فعالیت پیشنهادی ۲۰:

با یک باتری ۱/۵ ولتی و فقط یک قطعه سیم چگونه می‌توانید یک لامپ ۱/۵ ولتی را روشن کنید؟
پاسخ: کافی است انتهای لامپ را روی یکی از پایه‌های باتری قرار دهیم و بدنه‌ی برنجی آن را با سیم به پایانه‌ی دیگر باتری وصل کنیم.



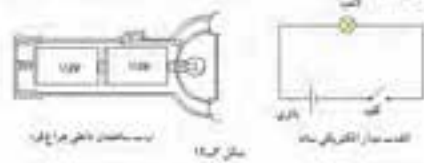
شکل ۵۲

فعالیت خارج از کلاس ۹:

نوعی وسیله‌ی بازی وجود دارد که روی صفحه‌ای تعدادی پرسش و تعدادی پاسخ به‌طور نامنظم وجود دارند. در کنار هر پرسش یا هر پاسخ یک دکمه‌ی فلزی قرار دارد و دو سیم اتصال که اگر سیم‌ها به پرسش و پاسخ درست متصل شوند چراغی روی صفحه روشن می‌شود.

- ۱- مدار الکتریکی آن را بررسی کنید.
- ۲- نمونه‌ای از این وسیله بسازید.

چس از یک لامپ و یک کلید تشکیل شده است که هر دو بر مخطط چراغ‌قوه قرار دارند (شکل ۳-۱۲-ب).



کلاس ۱- جریان الکتریکی

اگر آب یک لوله را روی سطح شیب‌دار بریزیم، آب به علت اختلاف ارتفاع از بالا به پایین جریان می‌دهد. به همین ترتیب اگر به دو سر یک رشته اختلاف‌ناشیبی اتصال کنیم، پاره‌های الکتریکی در مدار متحرک می‌شوند. در این حالت اگر قطعی وضعی در مدار برقرار نگردد، در مدت زمان (لرزه‌ی زمایی) از این مقطع بار الکتریکی عبور می‌کند. ساده‌ترین مقطع، ساده‌ترین مقطع، ساده‌ترین مقطع، و آن را باید با علامت نشان می‌دهد.

$$I = \frac{Q}{t}$$

یکای جریان الکتریکی به پلس است. اگر در هر ثانیه یک آمپر جریان از سیم عبور کند، آن را یک آمپر می‌گویند. جهت حرکت جریان الکتریکی در مدار از پلس مثبت به پلس منفی است. برای اندازه‌گیری جریان الکتریکی از آمپر می‌سازند و آن را جلوی سوزن در مدار قرار می‌دهند.

مثال ۱

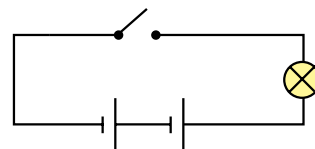
جریان الکتریکی در یک مدار ۱۱۲۸ است. چه توان بار الکتریکی در دست می‌دهد و با استفاده از یک مقطع مدار متحرک می‌کند؟
 حل: می‌توانیم بار الکتریکی متحرک در این مقطع از رابطه $Q = I \cdot t$ بدست آوریم.
 $Q = 1128 \cdot 1 = 1128 \text{ کولمب}$
 $W = Q \cdot V = 1128 \cdot 3 = 3384 \text{ ژول}$

اشتباه‌های رایج: در مدار می‌دانیم وقتی که کلید بسته باشد، شارش بار وجود دارد. اما گاهی دانش‌آموزان با مقایسه‌ی در بسته تصور می‌کنند که وقتی کلید بسته باشد، عبور بار امکان ندارد. دانش‌آموزان با پل‌های متحرک در فیلم‌های تلویزیونی آشنا هستند. می‌توانیم با ذکر مثالی از پل متحرک و امکان عبور به هنگام بسته بودن آن، شبهه‌ی احتمالی را از بین ببریم.

فعالیت پیشنهادی ۱۹:

– ابتدا با مداد یا خودکار رنگی روی شکل ۳-۱۲-ب، مدار را دنبال کنید و سپس با استفاده از نمادهای قراردادی، مدار چراغ‌قوه را رسم کنید.
 – با توجه به شکل، ولتاژ اسمی لامپ چراغ‌قوه را حدس بزنید.

پاسخ: چون دو باتری ۱/۵ ولتی دارد، پس ولتاژ اسمی لامپ ۳ ولت است.



شکل ۵۰

۹-۳- جریان الکتریکی

هدف:

- آشنایی با جریان الکتریکی، یکا و دستگاه اندازه گیری

آن

- تعیین جهت جریان در مدار

- توجه به یکسان بودن جریان در هر نقطه از مدار تک

حلقه

دانشته‌های قبلی: در کتاب علوم سوم راهنمایی شدت جریان

الکتریکی «مقدار جریان الکتریکی که در مدار جاری است.» تعریف شده است. دستگاه اندازه گیری و یکای آن نیز معرفی شده‌اند.

راهنمای تدریس

در کتاب به ریختن آب یک لیوان روی سطح شیب‌دار

اشاره شده است. از دانش‌آموزان می‌پرسیم که اگر روی همان

سطح شیب‌دار همزمان دو لیوان آب را خالی کنیم، چه چیز تغییر

می‌کند؟ و یا اگر برای آب یک لیوان، شیب سطح را تندتر کنیم،

چه می‌شود؟ در این دو حالت جریان آب بیشتر شده است. چون

یک بار مقدار آب را زیاد کردیم و بار دیگر سرعت ریزش آب را.

دیدیم با اعمال اختلاف پتانسیل الکتریکی به دو سر رسانا، بارهای

الکتریکی در آن شارش می‌کنند. هرچه در زمان معینی بار بیشتری از مدار عبور کند، می‌گوییم جریان بیشتر است؛ پس جریان الکتریکی را تعریف می‌کنیم؛ یکای آن را نام می‌بریم و رابطه‌ی ۲-۳ را معرفی می‌کنیم و در مورد آمپرسنج و نحوه‌ی قرار گرفتن آن در مدار توضیح می‌دهیم.

از دانش‌آموزان می‌خواهیم مثال ۱ را حل کنند و مسئله‌ای طراحی کنند که حل آن با استفاده از رابطه‌ی ۲-۳ انجام شود.

با توجه به این که جهت‌ها معمولاً قراردادی‌اند، قرار داد

مربوط به جهت جریان در مدار را شرح می‌دهیم و می‌خواهیم

فعالیت زیر را انجام دهند.

فعالیت پیشنهادی ۲۱:

به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱- در درون باتری جهت جریان از کدام پایانه به کدام پایانه است؟

۲- جهت جریان در مدار شکل ۳-۱۱ را تعیین کنید.

پاسخ:

۱- منفی به مثبت

۲- در حلقه در خلاف جهت گردش عقربه‌های ساعت (باد ساعتگرد)

یادداشت معلم:

دانستنی ۱۳

سرگذشت آمپر

تولد: لیون، فرانسه، ۲ بهمن ۱۷۵۳/۲۲ ژانویه ۱۷۷۵
وفات: مارس، فرانسه، ۲۰ خرداد ۱۲۱۵/۱۰ ژوئن ۱۸۳۶
آندره ماری آمپر فیزیک‌دان و ریاضی‌دان فرانسوی پسر یک تاجر مرفه بود. خانه‌ای که در آن‌جا بزرگ شد، امروزه موزه ملی فرانسه است. تربیت اولیه‌ی آمپر براساس مذهب کاتولیک بود. مادرش زنی پرهیزکار بود که مراقبت می‌کرد تا فرزندش کاملاً مطابق مذهب کاتولیک تربیت شود و پدرش، که تحت تأثیر نظریه‌ی تربیتی روسو بود، تصمیم گرفت او را به سبک نوشته‌های کتاب امیل تربیت کند. از این رو برای او کتابخانه‌ای تهیه کرد و او را در خواندن کتاب و مطالعه آزاد گذاشت.

آمپر در کودکی استعداد ریاضی درخشانی از خود نشان داد. او شیفته‌ی اعداد بود. کتاب‌های اقلیدس را در خردسالی پیش خود

خواند. وقتی کتاب‌دار به او اطلاع

داد که آثار اویلر و برنولی به زبان لاتینی نوشته شده‌اند، آمپر که بسیار شوق خواندن آن‌ها را داشت، به یادگیری زبان لاتین



شکل ۵۳

پرداخت و با سرعت چنان مهارتی یافت که توانست کتاب‌های مورد علاقه‌ی خود را به لاتینی بخواند.

دوران نوجوانی آمپر در سایه‌ی تشویق پدر به علم‌آموزی و زبان‌آموزی می‌گذشت که سایه‌ی غم بر سرش بال گسترده. پدرش که از طرف مردم مقامی در شهر داشت، به دستور انقلابیون و سربازان جمهوری‌خواه اسیر، محاکمه و با گوتین اعدام شد (۲ آذر ۱۷۷۲). جالب آن است که پسر شاهد اعدام پدر بود و از آن پس چنان دچار افسردگی شدید شد که به مدت یک سال در خود فرو رفت، نه دست به کاری زد و نه با کسی سخنی گفت. سرانجام دختری به نام ژولی کارول همسر و پناهگاه او شد و او را به زندگی و کار برانگیخت. به‌ویژه تولد فرزندشان کانون خانوادگی او را گرم‌تر کرد. این فرزند ژان‌ژاک بود که بعدها یکی از بزرگ‌ترین نویسندگان و مورخان فرانسه شد و به عضویت آکادمی علوم فرانسه درآمد.

آمپر در ۲۱ سالگی کار خود را با معلمی فیزیک و شیمی



شکل ۵۴

آغاز کرد. در همین زمان مقاله‌ای درباره‌ی احتمالات منتشر کرد که دالامبر و لیلاند ریاضی‌دانان فرانسوی، متوجه نبوغ او شدند و او را برای تدریس ریاضیات به مدرسه لیون دعوت کردند. آمپر مدت دو سال در این مدرسه تدریس کرد تا آن که در سال ۱۸۰۹ به سمت استاد ریاضیات و مکانیک در کالج پلی تکنیک پاریس مشغول شد. وی در ۱۸۱۴ عضو گروه ریاضی در انستیتوی امپراطوری شد و ۱۸۱۹ سمت استادی درس فلسفه در دانشگاه پاریس را به‌دست آورد و سال بعد به دانشیاری کرسی نجوم ارتقا یافت. در ۱۸۲۴ به استادی کرسی فیزیک تجربی در کولژ دو فرانس انتخاب شد.

آمپر در فلسفه، هنر، ریاضیات، شیمی و الکتریسیته صاحب نظر بود و از خود آثاری بر جای گذاشته است.

هانس کریستیان اورستد در سال ۱۸۲۰ خاصیت مغناطیسی جریان الکتریکی را کشف کرد. آمپر با اطلاع از این کشف به فیزیک روی آورد و به مطالعه‌ی خاصیت مغناطیسی جریان الکتریکی پرداخت و به این نتیجه رسید که هرگاه دو جریان الکتریکی که از دو مدار موازی می‌گذرند هم‌جهت باشند، یک‌دیگر را می‌ربایند و اگر غیرهم‌جهت باشند یک‌دیگر را می‌رانند. او به این نتیجه رسید که هر نوع خاصیت مغناطیسی مربوط به جریان‌های الکتریکی است و شاخه‌ی جدیدی از فیزیک به نام «الکترودینامیک» به وجود آمد. کشف دیگر آمپر این بود که وقتی جریان الکتریکی از یک سیم پیچ می‌گذرد، آن سیم پیچ مانند یک آهن‌ربا عمل می‌کند. این آهن‌ربا را آهن‌ربای الکتریکی می‌نامند. این کشف به اختراع گالوانومتر انجامید.

آمپر نتیجه‌ی پژوهش‌هایش را در کتابی به نام «نظریه‌ی ریاضی پدیده‌های الکترومغناطیسی» منتشر کرد. در سال ۱۸۸۱، چهل و پنج سال پس از درگذشت آمپر، کنگره بین‌المللی فیزیک‌دان‌ها یکای جریان الکتریکی را به افتخار او «آمپر» نامیدند و آمپرسنج و آمپرساعت را به ترتیب برای دستگاه اندازه‌گیری جریان و مقدار الکتریسیته به‌کار بردند.

چگالی جریان^۱: شکل‌های روبه‌رو بخشی از یک حلقه‌ی رسانا را نشان می‌دهند که در آن جریان برقرار شده و مقدار بار dq که از یک صفحه‌ی فرضی عبور می‌کند، متناسب با dt یعنی زمان لازم برای عبور تمام بار dq از صفحه است، ثابت تناسب جریان است پس:

$$dq = i dt$$

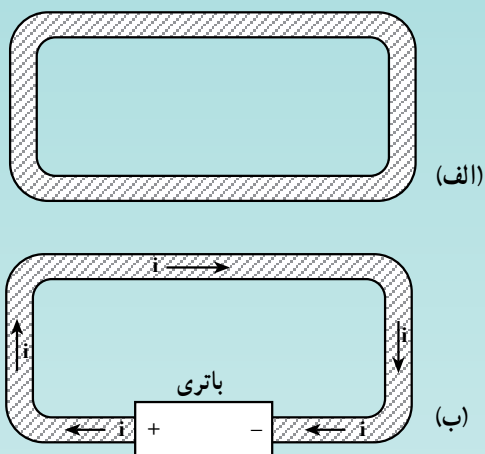
این رابطه در واقع تعریفی است برای جریان الکتریکی که می‌توان با آن مقدار بار گذرنده از صفحه‌ی مورد نظر را در هر بازه‌ی زمانی به دست آورد.

$$q = \int i dt$$

در شرایط پایا، جریان در تمام صفحه‌هایی که رسانا را کاملاً قطع می‌کنند، بدون توجه به محل و جهت گیری آن‌ها یکسان است. این موضوع از آنجا ناشی می‌شود که بار الکتریکی پایسته است. در شرایط پایا، بنا به فرض، به ازای هر الکترونی که از یک سر رسانا، وارد می‌شود، باید الکترونی از سر دیگر رسانا خارج شود. بیشتر وقت‌ها ما میل به دانستن مقدار جریان i در یک رسانای خاص هستیم اما در مواقعی هم می‌خواهیم شارش بارها را در نقطه‌ی خاصی از درون رسانا بدانیم. یک حامل بار (مثبت) در هر نقطه در جهت میدان الکتریکی \vec{E} در آن نقطه حرکت می‌کند. برای توصیف این حرکت از چگالی جریان \vec{J} که کمیتی است برداری و در جهت میدان، استفاده می‌کنیم. اگر جریان i به طور یکنواخت در سطح مقطع یک رسانای یکنواخت توزیع شده باشد، چگالی جریان در تمام نقاط داخل رسانا ثابت است و با رابطه‌ی $J = i/A$ محاسبه می‌شود که در آن A سطح مقطع رساناست. جهت چگالی جریان بدون توجه به علامت حامل‌های بار هم جهت میدان الکتریکی است. برای هر مقطعی که از آن جریان i می‌گذرد، داریم:

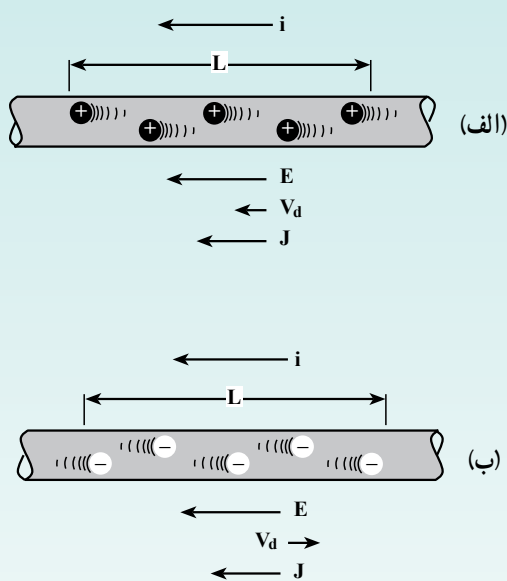
$$i = \oint \vec{J} \cdot d\vec{A}$$

در یک سیم مسی الکترون‌های آزاد دارای سرعت‌هایی با جهت‌های اتفاقی و بزرگی‌های حدود 10^6 m/s هستند اما شارش جهت‌دار این الکترون‌ها برای یک جریان نوعی، با سرعت سوق^۲ متوسط انجام می‌شود که حدود 10^{-3} m/s است. ممکن است



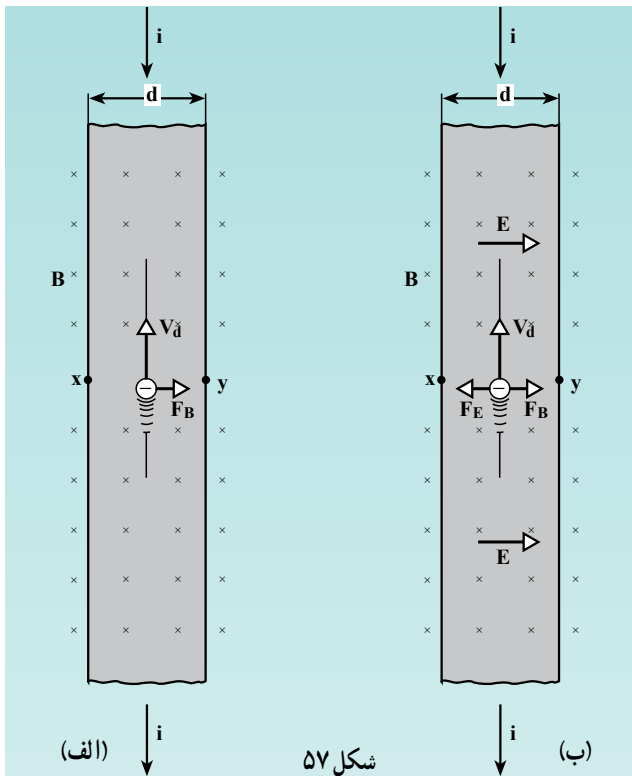
شکل ۵۵

(الف) یک حلقه مسی در حال تعادل الکتروستاتیکی، تمام حلقه دارای یک پتانسیل و میدان الکتریکی در تمام نقاط داخل حلقه صفر است. (ب) وارد کردن یک باتری در حلقه ایجاد اختلاف پتانسیل می‌کند. در داخل رسانا یک میدان الکتریکی به وجود می‌آید، که باعث حرکت بارها در حلقه و در نتیجه ایجاد جریان می‌شود.



شکل ۵۶

از خود بپرسید که «اگر سرعت سوق الکترون‌ها این قدر کم است، چرا به محض زدن کلید برق، لامپ‌ها فوراً روشن می‌شوند؟» این اشتباه ناشی از ندانستن تفاوت میان سرعت سوق الکترون‌ها و سرعت انتشار تغییرات پیکربندی میدان الکتریکی در طول سیم‌هاست. سرعت اخیر نزدیک به سرعت نور است و الکترون‌ها در همه‌جای سیم تقریباً به طور آنی حرکت سوقی را آغاز می‌کنند.



شکل ۵۷

می کند و تا وقتی که حرکت جانبی الکترون ها وجود دارد، الکترون ها به حال موازنه اند. پس الکترون ها بدون انحراف به طرف بالا سوق پیدا می کنند. حال اگر فرض کنیم حامل های بار مثبت باشند، آنگاه در شکل ب جهت V_d روبه پایین خواهد بود اما جهت F_E و F_B تغییر نخواهد کرد ولی چون بارهای مثبت به سمت لبه ی راست می روند، جهت میدان الکتریکی تغییر خواهد کرد که تجربه خلاف آن را نشان می دهد چرا که به کمک ولتسنج به طور تجربی در می یابیم که کدام لبه پتانسیل بیشتری دارد.

در جریان های مستقیم غالباً فرض می شود که حامل های بار مثبت اند و در اندازه گیری جریان و اختلاف پتانسیل هیچ اشکالی به وجود نمی آید ولی اثر هال موردی است که در آن نوع حامل های بار اهمیت دارد و از نظر کمی تعداد حاملان بار این گونه به دست می آید:

$$F_E = F_B$$

$$-e(E) = (-e)V_d B$$

$$V_d = \frac{J}{ne} = \frac{i}{neA} \quad ; \quad n = \frac{Bi}{Vte}$$

$$E = \frac{V}{d}$$

در این رابطه A ، سطح مقطع نوار و $t = \frac{A}{d}$ ضخامت نوار

است.

جالب است بدانید سرعت سوق الکترون ها در نیم رسانای سیلیسیومی (حدود 27 m/s) خیلی بیشتر از سرعت سوق الکترون های آزاد در رسانایی مثل مس (حدود $3/8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$) است. در حالی که چگالی حامل های بار در نیم رسانا ($1/5 \times 10^{23} \text{ m}^{-3}$) خیلی کمتر از چگالی حامل های بار در مس ($8/47 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$) است. می توانیم رابطه ی سرعت سوق و چگالی جریان را به شکل زیر به دست آوریم:

هرگاه طول سیم l و تعداد حامل ها در یکای حجم n باشد، nAl تعداد حامل های بار در طول سیم خواهد بود و بار الکتریکی از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$q = (nAl)e$$

و بازه ی زمانی برای آن که الکترون ها طول سیم را طی کنند:

$$t = \frac{l}{V_d}$$

$$i = \frac{q}{t} = \frac{nAle}{l/V_d} = nAeV_d \quad ; \quad \text{و جریان در سیم}$$

$$V_d = \frac{i}{nAe} \quad ; \quad V_d = \frac{J}{ne} \Rightarrow \vec{J} = (ne)\vec{V}_d$$

$$J = \frac{i}{A} \quad ;$$

ne در این رابطه، چگالی حجمی بار الکتریکی است.

دانستنی ۱۵

اثر هال: با آزمایشی به نام اثر هال می توان نشان داد که در فلزها فقط بارهای منفی آزادانه حرکت می کنند.

شکل الف یک نوار مسی به پهنای d را نشان می دهد که از آن جریان i در جهت قراردادی از بالا به پایین می گذرد. بر سطح این نوار یک میدان مغناطیسی درون سو اعمال می کنیم. چون الکترون ها در خلاف جهت جریان قراردادی در حرکتند، از طرف میدان مغناطیسی بر آن ها نیروی موسوم به نیروی لورنتس به سمت راست وارد می شود. با تجمع الکترون ها در لبه ی راست نوار، یک میدان الکتریکی راست به چپ ایجاد می شود (که با ولت متر قابل اندازه گیری است $E = \frac{V}{d}$) و به زودی تعادل برقرار می شود و نیروی الکتریکی وارد بر هر الکترون نیروی مغناطیسی را خنثی

آمادگی پیش از تدریس: وسیله‌های مربوط به «آزمایش کنید ۶» آماده باشد.

آزمایش کنید (۶)

هدف: بررسی ثابت بودن جریان در نقاط مختلف مدار. از گروه‌ها می‌خواهیم مدارهای ۳-۱۳-الف و ۳-۱۳-ب را ببندند و جریان را اندازه بگیرند و به دو پرسش طرح شده پاسخ دهند.

توجه

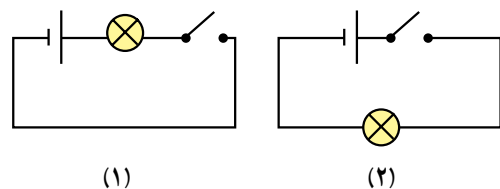
اگر در آزمایشگاه تعداد لامپ یا باتری کافی نیست، می‌توانیم مدار را با یک لامپ و باتری ببندیم. در این صورت باز هم امکان قرار دادن آمپرسنج در قسمت‌های مختلف مدار وجود دارد.

– می‌توانید قبل از انجام عملی آزمایش، مدارها را توسط نرم‌افزار ادیسون تهیه کنید تا دانش‌آموزان نتیجه را مشاهده کنند.

فعالیت پیشنهادی ۲۲:

به داده‌های حاصل از اندازه‌گیری در آزمایش ۶ توجه کنید و برای هر گروه مسئله‌ای را طرح کنید که با استفاده از رابطه‌ی ۳-۲ قابل حل کردن باشد. (انتظار می‌رود در طراحی مسئله‌ها به داده‌های واقعی توجه شود.)

اشتباه‌های رایج: معمولاً دانش‌آموزان تصویری از این که برای برقراری جریان در مدار لازم است حتماً یک حلقه‌ی بسته داشته باشیم، ندارند. برای اطمینان از درک دانش‌آموزان می‌توانیم مدارهایی مطابق شکل زیر رسم کنیم و بخواهیم تعیین کنند که کدام لامپ روشن خواهد شد. اغلب دانش‌آموزان تصور می‌کنند بارها از باتری تا نقطه‌ای که مدار در آنجا باز شده است جریان دارد و ادعا می‌کنند در مدار (۱) شکل ۵۸ لامپ روشن می‌شود.



شکل ۵۸



پاسخ:

- ۱- آمپرسنج در هر دو مدار عدد صفر را نشان می‌دهد.
- ۲- در یک مدار تک حلقه، زنجیره‌ای از الکترون‌ها در حرکت‌اند که نه در نقطه‌ای خلق و نه نابود می‌شوند. پس باید میزان بار عبوری از هر مقطع مدار در هر بازه‌ی زمانی معین ثابت باشد.

پاسخ: بله، همان‌طور که عبور از خیابان شلوغ مشکل‌تر از خیابان خلوت است، در بعضی مدارها شارش بار کندتر از مدارهای دیگر انجام می‌شود.

آمادگی پیش از تدریس: اگر در مدرسه امکان استفاده از رایانه هست، نرم‌افزار ادیسون را آماده کنیم. از گروه‌ها می‌خواهیم با استفاده از نرم‌افزار ادیسون مدارهای مربوط به آزمایش ۷ را ببینند.

آزمایش کنید (۷)

هدف: بررسی اثر افزایش مقاومت الکتریکی مدار بر جریان الکتریکی با شرط ثابت ماندن اختلاف پتانسیل. در واقع با انجام این آزمایش می‌خواهیم دانش‌آموزان لامپ را به‌عنوان مقاومت الکتریکی در مدار بشناسند و بتوانند به پرسش مطرح شده پاسخ دهند.



۳-۱۰- مقاومت الکتریکی

هدف: آشنایی با مقاومت الکتریکی و بررسی ساز و کار روشن شدن لامپ

دانسته‌های قبلی: در کتاب علوم سوم راهنمایی مقاومت الکتریکی با مثال حرکت انسان در محلی شلوغ و پرفرت و آمد توضیح داده شده و ارتباط سه کمیت جریان، مقاومت و اختلاف پتانسیل الکتریکی با قانون اهم بیان شده است.

راهنمای تدریس

با توجه به دانسته‌های قبلی دانش‌آموزان، از آن‌ها می‌خواهیم به‌طور گروهی «پاسخ دهید ۵» را مطالعه کنند و به پرسش‌های آن پاسخ دهند.

پاسخ: اضافه شدن یک لامپ دیگر یعنی زیاد شدن مقاومت مدار که با توجه به عددهای نشان داده شده توسط آمپرسنج، می‌توان گفت افزایش مقاومت مدار موجب کاهش جریان است.

توجه

در مدار دوم با این که آمپرسنج عبور جریان از مدار را نشان می‌دهد، لامپ‌ها با نور مناسبی روشن نشده‌اند. می‌توانیم توضیح دهیم که چون مجموع ولتاژ اسمی دو لامپ از ولتاژ باتری کم‌تر است، نور آن‌ها مناسب نیست.

فعالیت پیشنهادی ۲۳:

آزمایشی طراحی کنید که ثابت کند در مقاومت‌های الکتریکی همواره مقداری از انرژی الکتریکی به انرژی درونی تبدیل می‌شود.

پاسخ: در مداری مشابه مدار ۳-۱۴- الف در آزمایش ۷ کافی است پس از مدتی که جریان برقرار شد کلید را قطع و لامپ را لمس کنیم و یا اگر مدار مدت طولانی وصل باشد، حتی باتری نیز گرم می‌شود.

از دانش‌آموزان می‌خواهیم متن درسی این صفحه را مطالعه کنند و با مشورت سازوکار روشن شدن لامپ را توضیح دهند. ضمن انجام این فعالیت به گروه‌ها سر می‌زنیم تا از شرکت همه‌ی اعضا در بحث‌های گروهی مطمئن شویم. سپس از یکی از گروه‌ها می‌خواهیم نتیجه را به کلاس ارائه کنند. (دانش‌آموزان می‌توانند پاسخ‌های خود را با متن صفحه‌ی بعد کتاب مقایسه کنند).

کتاب را قطع کنید و هر دو لامپ را با ولتاژ نامی یکسان (۱.۵ ولت) به مدار قرار دهید و نگاه کنید. چه اتفاقی می‌افتد. سعی کنید ولتاژ را که آمپرسنج نشان می‌دهد یادداشت کنید.



شکل ۱۴-۱۱
شکل ۱۴-۱۲
اگر به عدد کافی باتری و کتبه در اتصال داده بودیم و از هم زمان انجام دهیم می‌توانیم نور لامپ‌ها را با هم مقایسه کنیم. حالت بهتر نور لامپ‌ها را از مقایسه نمودیم.

وقتی به دو سر رسانایی یک اختلاف پتانسیل اعمال می‌کنیم، بارهای الکتریکی با سرعت از روی آن روانه می‌شوند و رسانا سوسون می‌کند. این بارهای الکتریکی در مسیر حرکت خود با انرژی رسانا که در حال بودن است، برخورد می‌کند و بخشی از انرژی برمی‌خیزد و در این برخورد با انرژی است می‌دهد. این انرژی گرم شدن رسانا می‌شود. حرکت بارهای الکتریکی در رسانا تشبیه حرکت در یک میدان و یا بار در شمع است. می‌توانیم رسانا دارای مقاومت الکتریکی است و مقاومت الکتریکی را با عدد نشان می‌دهیم. بکلی مقاومت الکتریکی اهم و نماد آن Ω است. که به اختلاف پتانسیل حاصل گذرگاه از پیوند اهم نام گذاری شده است. اکنون که با اختلاف پتانسیل الکتریکی به عنوان عامل سوسون بار و سوسون به عنوان عامل ایجاد کننده اختلاف پتانسیل و عبور جریان الکتریکی آشنا شده‌ایم، می‌توانیم سوسون و اثر روشن شدن لامپ را شرح دهیم.

آموزش علوم با فعالیتی که دانش‌آموزان انجام می‌دهند، حاصل می‌شود، نه با کاری که برای آن‌ها صورت می‌گیرد.

یادداشت معلم:

سپس از آن‌ها می‌خواهیم که مقاومت را عوض کنند و آزمایش را دوباره انجام دهند. آن‌ها خواهند دید که نسبت $\frac{V}{I}$ باز هم ثابت است ولی مقدار ثابت آن با دفعه‌ی قبل تفاوت دارد.

توجه

برای انجام این آزمایش اگر از لامپ به جای مقاومت کربنی استفاده شود، نسبت $\frac{V}{I}$ ثابت نخواهد ماند چون با افزایش دمای لامپ مقاومت آن تغییر می‌کند. پس بهتر است از مقاومت‌های کربنی که تغییرات چشمگیر ندارند استفاده کنیم. در صورت امکان استفاده از رایانه، می‌توانید از نرم‌افزار آدیسون یا جونتز استفاده کنید.

– با نرم‌افزار Jones در آزمایشگاه مجازی آن، قانون اهم را انتخاب می‌کنیم و می‌توانیم با انتخاب مقاومت دلخواه، ولتاژ را تغییر دهیم و اعداد جریان مدار را ثبت کنیم.

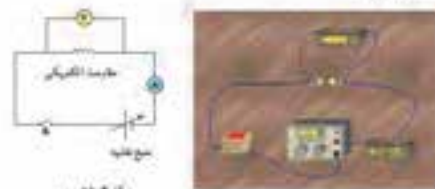
– با نرم‌افزار آدیسون، از گروه‌ها می‌خواهیم مداری مطابق شکل ۳-۱۵ الف ببندند و پس از وصل کلید، با تغییر ولتاژ، جریان‌هایی را که آمپرسنج نشان می‌دهد، یادداشت کنند.

هنگامی که بلایه‌ای یک‌بارگی را به دو سر یک رسانا (لامپ) وصل می‌کنیم باریک بین دو سر رسانا اختلاف پتانسیل ناشی از فرقی می‌کند. این اختلاف پتانسیل باعث شدن بار الکتریکی در مدار می‌شود. بارهای بار الکتریکی و ایجاد جریان الکتریکی در مدار. از این الکتریکی از باری به لامپ می‌رسد و لامپ روشن می‌شود.

۱۱-۳ قانون اهم

تکمون متوجه شده‌ایم که اگر به دو سر یک رسانا اختلاف پتانسیل اعمال کنیم، در آن رسانا جریان الکتریکی برقرار می‌شود. از طرف دیگر، رسانای حاوی جریان الکتریکی، از خود مقدومت نشان می‌دهد. اکنون می‌خواهیم رابطه‌ای میان کمیت‌های اختلاف پتانسیل، جریان الکتریکی و مقاومت الکتریکی به دست آوریم.

یک مقاومت الکتریکی را به آمپرسنج و ولتسنج و منبع تغذیه پتانسیل‌سنج که با آن می‌توان اختلاف پتانسیل‌های مختلف را بر دو سر مدار قرار داد (مقاومت شکل ۱۱-۳۲) می‌بندیم. آمپرسنج بطور متوالی و ولتسنج بطور موازی به دو سر مقاومت بسته شده است. پس از بسته شدن کلید، جریان الکتریکی از مدار می‌گذرد. ولتسنج که بطور موازی به دو سر مقاومت بسته شده است، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت را نشان می‌دهد و آمپرسنج شدت جریان را که از مدار می‌گذرد مشخص می‌کند.



در یک آزمایش، اختلاف پتانسیل دو سر مدار را به کمک منبع تغذیه تغییر دادیم و در هر بوندت شدت جریانی که از مقاومت می‌گذرد و اختلاف پتانسیل دو سر آنرا با آمپرسنج و ولتسنج اندازه گرفتیم. نتایج آزمایش را در جدول (۱۱-۳۲) وارد کردیم.

۱۱-۳-۱ قانون اهم

هدف: نتیجه‌گیری قانون اهم

دانشته‌های قبلی: در کتاب علوم سوم راهنمایی بیان قانون اهم به صورت نوشتن رابطه‌ی بین شدت جریان، ولتاژ و مقاومت الکتریکی آمده است.

آمادگی پیش از تدریس: ولتسنج، آمپرسنج، کلید، منبع تغذیه (یا تعدادی باتری)، مقاومت کربنی (با کدهای رنگی) و سیم‌های رابط لازمند.

راهنمای تدریس

از دانش‌آموزان می‌خواهیم مدار شکل ۳-۱۵ را ببندند و با تنظیم منبع تغذیه، به ازای اختلاف پتانسیل‌های مختلف جریان مدار را اندازه بگیرند و نتایج را در جدولی شبیه به جدول ۳-۱ ثبت و به نسبت اختلاف پتانسیل‌ها به جریان‌ها توجه کنند.

پهلو ۳

۱۸	۶۳	۳۰	۱۰
۱۰۱	۶۴	۱۰۱	۱۰
۱۰۱	۶۴	۱۰۱	۱۰

در جدول ۳-۱ نشان می‌دهد که فرکانس اختلاف پتانسیل در هر مقاومت با هم تفاوت دارد. این به این دلیل است که اختلاف پتانسیل در هر مقاومت به نسبت جریان که از آن می‌گذرد (یعنی $I = \frac{V}{R}$) و این مقدار با فرکانس عبور از آن رابطه دارد. این نسبت را مقاومت الکتریکی (R) می‌نامند.

همه نسبت‌ها نشان می‌دهند که این نسبت به فرکانس و به نسبتی از آن‌ها در هر دو راه به شرح زیر می‌باشد، که به آن قانون اهم گفته می‌شود:

قانون اهم: نسبت اختلاف پتانسیل در هر رسانا به نسبت جریانی که از آن می‌گذرد مقدار ثابتی است؛ این مقدار ثابت همان مقاومت الکتریکی رسانا است.

اگر در رابطه (۳-۱) اختلاف پتانسیل (V) را حسب واحد و نسبت جریان (I) را حسب آمپر باشد، ثابت الکتریکی (R) را حسب اهم خواهد بود.

مثال ۴

به دو سر یک لامپ اختلاف پتانسیل ۲۲۰V اعمال شده است. اگر شدت جریان در لامپ ۰.۱۲۵A باشد، مقاومت الکتریکی لامپ چند اهم است؟

حل

$I = 0.125 \text{ A}$ و $V = 220 \text{ V}$ است. از رابطه (۳-۱) داریم:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{220}{0.125} = 1760 \text{ } \Omega$$

سعی کنیم کوشش دانش آموزان را تحسین کنیم تا ایده‌های بیشتر و بهتری خلق کنند. امر ایده‌یابی را هرگز با دخالت همزمان قضاوت، سرکوب نکنیم.

در صورتی که امکان انجام آزمایش یا استفاده از نرم‌افزارها نباشد، از دانش‌آموزان می‌خواهیم به جدول ۳-۱ توجه کنند، نمودار جریان بر حسب اختلاف پتانسیل را رسم و آن را تفسیر کنند. به این ترتیب دانش‌آموزان را هدایت می‌کنیم تا قانون اهم را بیان کنند. سپس با اشاره به رابطه‌ی ۳-۳ و معرفی هریک از کمیت‌های آن و توجه به یکای آن‌ها از گروه‌ها می‌خواهیم مثال ۲ را حل کنند و پاسخ‌های خود را مقایسه کنند.

فعالیت پیشنهادی ۲۴:

هر گروه با توجه به قانون اهم و رابطه‌ی ۳-۳ مسئله‌هایی طرح کند که در آن‌ها جریان، مقاومت و یا اختلاف پتانسیل الکتریکی مجهول باشد.

توجه

هدف از طرح چنین فعالیتی ضمن تقویت مهارت طرح مسئله توجه به عددهای واقعی کمیت‌هاست. با مطالعه‌ی مسئله‌های طرح شده در صورت لزوم تذکراتی لازم را به گروه‌ها می‌دهیم؛ مثلاً جریان در مدارهای آزمایشگاهی کمتر از آمپر و حتی حدود میلی‌آمپر است.

یادداشت معلم:

توجه

در ابتدا باید توضیح دهیم منظور از مصرف انرژی الکتریکی در واقع تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی‌های دیگر است.

راهنمای تدریس

با طرح پرسش‌هایی ضرورت استفاده از انرژی الکتریکی در زندگی را یادآور می‌شویم:

- یک روز صبح از خواب بیدار می‌شوید و می‌خواهید برای رفتن به مدرسه آماده شوید اما برق منزل قطع شده است. با چه مشکلاتی مواجه می‌شوید و هر یک را چگونه برطرف می‌کنید؟
- قطع برق در یک شهر صنعتی بیشتر مشکل‌آفرین است یا در یک روستا؟ چرا؟

- با توجه به آنچه در فصل ۱ همین کتاب خواندید، اگر قرار باشد بخشی از انرژی الکتریکی مصرفی را خودتان تأمین کنید چه پیشنهاد یا پیشنهادهایی دارید؟

- آیا در منزل شما به‌غیر از انرژی الکتریکی از انرژی دیگری نیز استفاده می‌شود؟ در صورت مثبت بودن پاسخ، آیا می‌توان استفاده از آن را جایگزین انرژی الکتریکی کرد؟
- با طرح این پرسش‌ها در دانش‌آموزان ایجاد انگیزه می‌کنیم. ممکن است دانش‌آموزان نیز پرسش‌هایی به این مجموعه اضافه کنند که نشان دهنده‌ی توجه آن‌ها به ضرورت استفاده از انرژی الکتریکی خواهد بود.

فعالیت پیشنهادی ۲۶:

با گروه خود درباره‌ی محاسن و معایب استفاده از انرژی الکتریکی بحث کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

پاسخ:

محاسن: در محل مصرف ایجاد آلودگی نمی‌کند - به راحتی به صورت‌های دیگر انرژی تبدیل می‌شود - انتقال آن ساده است.

معایب: برای تولید آن ایجاد آلودگی می‌شود - خطر برق‌گرفتگی دارد - ...

از دانش‌آموزان می‌خواهیم فعالیت ۷ کتاب را در گروه

مثال ۳
 یک لامپ ۱۰۰ وات با مقاومت الکتریکی ۲۵۰ اهم با پتانسیل الکتریکی ۷ ولت وصل می‌کنیم. شدت جریان در رسانا را در صورتی که ولتاژ $V = 25V$ باشد، بیابید.
حل

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

$$I = \frac{25}{250} = 0.1A$$

$$I = \frac{25}{250} = 0.1A$$

گفت‌وگو مصرف انرژی الکتریکی انرژی الکتریکی یکی از سبب‌های انرژی هستند و مصرف آن باعث آلودگی محیط‌زیست می‌گردد. برای کاهش مصرف انرژی و کاهش هزینه‌ها، علاوه بر آن، انرژی الکتریکی را می‌توان به‌آسانی و با صرف هزینه‌ی کم از محل تولید به محل مصرف منتقل کرد. به همین علت استفاده از آن به‌طور وسیع و چندگانه می‌شود. توجه‌تان را به این نکته جلب می‌کنیم که در محل کار و زندگی به پرسش‌ها و گفت‌وگو‌ها برای کاهش مصرف انرژی الکتریکی می‌تواند به انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر منتهی شود. همچنین می‌تواند به کاهش هزینه‌ها منتهی شود. این نشان بر وسیله‌های الکتریکی که در منزل از آن‌ها استفاده می‌کنیم، هنوز به‌طور انبساطی می‌شود. در بسیاری از این وسیله‌ها بخشی از انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی، صوتی، نورانی و ... تبدیل و باعث آلودگی محیط می‌شود.

فعالیت ۷
 بررسی از وسیله‌های الکتریکی را که در منزل دارید، مشاهده کنید. آیا می‌توانید به‌کار خودتان در مورد آن‌ها توضیح دهید و بگویید که انرژی الکتریکی چگونه در آن‌ها مصرف می‌شود؟

اشتباه‌های رایج: معمولاً دانش‌آموزان با استناد به رابطه‌ی قانون اهم ($\frac{V}{I} = R$) تصور می‌کنند که با تغییر اختلاف پتانسیل و یا جریان، می‌توان مقاومت را تغییر داد که باید تأکید کنیم مقاومت الکتریکی یک مصرف‌کننده، به ساختار آن بستگی دارد و تابع اختلاف پتانسیل و جریان مدار نیست. (در این کتاب تأثیر دما بر مقاومت را نادیده گرفته‌ایم) برای تأکید بر این موضوع یک فعالیت و نیز توجه به مثال ۳ پیشنهاد می‌شود.

فعالیت پیشنهادی ۲۵:

با افزایش اختلاف پتانسیل دو سر یک مقاومت، در آن افزایش می‌یابد و ثابت می‌ماند.

پاسخ: جریان - مقاومت

مثال ۳: این مثال تأکیدی است بر این که در مدار، مقاومت تابع جریان یا اختلاف پتانسیل نیست و با افزایش اختلاف پتانسیل در مدار، جریان افزایش پیدا می‌کند.

۱۲-۳- مصرف انرژی الکتریکی

هدف: آشنایی با مزایای انرژی الکتریکی و عامل‌های مؤثر

خود انجام دهند.

توجه

بر اساس متن کتاب در بسیاری از وسیله‌ها بخشی از انرژی الکتریکی به انرژی درونی تبدیل و باعث افزایش دما می‌شود، پس به جدول مربوط به فعالیت ۷ یک ستون با عنوان انرژی درونی اضافه می‌کنیم. با این توضیح که در بعضی وسیله‌ها مثل اتو افزایش دما مطلوب و مورد نظر است در حالی که در بیشتر وسیله‌ها این تبدیل انرژی به عنوان اتلاف به حساب می‌آید و سعی می‌کنند آن را کاهش دهند. هنگام پر کردن جدول، در ستون انرژی درونی می‌توانیم از دو علامت مختلف برای تبدیل انرژی مطلوب و نامطلوب استفاده کنیم.

– بهترین تذکر دهیم منظور از یخچال، موتور یخچال است.

پاسخ:

جدول ۴

انرژی وسيله	الکتریکی	نورانی	مکانیکی	صوتی	درونی
لامپ	الکتریکی	×			-
اتو	»				+
پنکه	»		×	×	-
موتور یخچال	»		×	×	-
تلویزیون	»	×		×	-
سماور	»				+
رادیو	»			×	-
ریش تراش	»		×	×	-

برای آشنایی با ساختمان داخلی لامپ‌ها از دانش‌آموزان می‌خواهیم در گروه‌های خود به اجزای لامپ رشته‌ای در شکل ۳-۱۶ توجه کنند و پس از تبادل نظر در مورد ضرورت و علت وجود هر یک از اجزای آن توضیح دهند.

بر اساس متن کتاب در بسیاری از وسیله‌ها بخشی از انرژی الکتریکی به انرژی درونی تبدیل و باعث افزایش دما می‌شود، پس به جدول مربوط به فعالیت ۷ یک ستون با عنوان انرژی درونی اضافه می‌کنیم. با این توضیح که در بعضی وسیله‌ها مثل اتو افزایش دما مطلوب و مورد نظر است در حالی که در بیشتر وسیله‌ها این تبدیل انرژی به عنوان اتلاف به حساب می‌آید و سعی می‌کنند آن را کاهش دهند. هنگام پر کردن جدول، در ستون انرژی درونی می‌توانیم از دو علامت مختلف برای تبدیل انرژی مطلوب و نامطلوب استفاده کنیم.

– بهترین تذکر دهیم منظور از یخچال، موتور یخچال است.

پاسخ دهید ۷

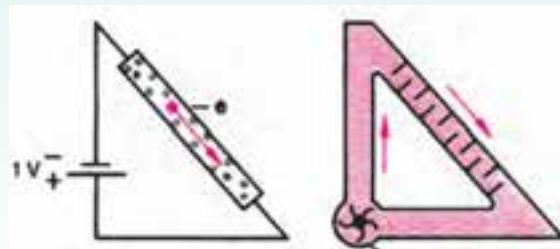
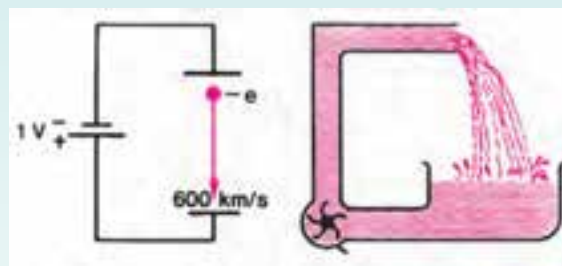
از می‌توانید توجه به آنکه در مورد مقاومت الکتریکی یک رسانا می‌توانید توضیح دهید که چگونه می‌توان آن را تغییر داد و به چه عواملی بستگی دارد.

دانستنی ۱۶

(تبدیل انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون): موضوع

حرکت الکترون در مقاومت با سرعت ثابت (سوق)، شباهت زیادی با سقوط سنگ در آب با سرعت حد ثابت دارد. سنگی که با سرعت ثابت سقوط می‌کند، انرژی جنبشی متوسط ثابتی دارد. پس در ضمن سقوط انرژی پتانسیل گرانشی آن به انرژی درونی خودش و آب تبدیل می‌شود. انرژی جنبشی متوسط الکترون نیز در ضمن جریان یافتن در مدار ثابت می‌ماند، در حالی که می‌دانیم الکترون با حرکت در خلاف جهت میدان الکتریکی انرژی پتانسیل الکتریکی اش کم می‌شود. در مدارهای الکتریکی کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون برابر با افزایش انرژی درونی و یا هر انرژی تبدیل یافته‌ی دیگر در مقاومت است.

(مبانی فیزیک، جلد دوم، هالیدی، گلستانیان ۲۸-۷، فیزیک پیش‌دانشگاهی - سکسل و راب، هوشنگ گرمان، جلد ۶، صفحه ۵۱۶).



شکل ۵۹

فعالیت خارج از کلاس ۱۰:

با مراجعه به سایت www.Howstuffworks یا نرم‌افزار How Things work و یا هر منبع معتبر دیگر، ساختمان داخلی یک وسیله‌ی برقی مانند سماور، اتو، جاروبرقی، ... را بررسی کنید و با رسم شکل اجزای آن را تعیین و از نحوه‌ی عملکرد آن گزارشی تهیه و به کلاس ارائه کنید.

پاسخ دهید (۵)

هدف: آشنایی با چگونگی تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی درونی و افزایش دمای رسانا
پاسخ: همان‌گونه که گفتیم عبور یک شخص از خیابان شلوغ موجب اتلاف انرژی او می‌شود. با شارش بار الکتریکی در یک رسانا و برخورد با اتم‌ها، انرژی درونی جسم افزایش می‌یابد.

اغلب پاسخ‌های غلط را می‌توان بررسی کرد و حل و بحث آن‌ها مانع از بروز اشتباه‌های بعدی می‌شود.

یادداشت معلم:

با عبور جریان از جسم و تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی درونی، دمای جسم بیشتر می‌شود و هرگاه به جسمی با دمای کمتر تماس یابد، به آن جسم گرما می‌دهد.

فعالیت پیشنهادی ۲۷:

آزمایشی طراحی کنید که با آن بتوانید گرمای تولید شده در سیم گرماده را برآورد کنید.

پاسخ: سیم گرماده را داخل مقداری آب با جرم و دمای اولیه معلوم قرار می‌دهیم. با اندازه‌گیری دمای آب و نادیده گرفتن اتلاف انرژی، از رابطه‌ی $Q = mc \Delta T$ گرمای داده شده به آب به دست می‌آید که همان گرمای تولید شده توسط سیم گرماده است. برای آشنایی با رابطه‌ی $W = RI^2t$ و تعیین عامل‌های مؤثر بر انرژی مصرفی در یک مدار، باید آزمایش‌های ژول انجام شود اما می‌توانیم برای درگیر کردن دانش‌آموزان با موضوع بحث، از آن‌ها بخواهیم حدس بزنند میزان انرژی مصرفی یک سیم گرماده به کدام پارامترها یا عامل‌های فیزیکی ربط دارد؟ پاسخ‌های آن‌ها شامل عامل‌هایی چون مقاومت، جریان، اختلاف پتانسیل و زمان خواهد بود.

توجه

– این توضیح لازم است که برای بررسی هر متغیر، باید آزمایشی طراحی شود، به طوری که فقط همان متغیر تغییر کند و بقیه ثابت بمانند تا اثر آن متغیر بر انرژی مصرفی تعیین شود.

– وقتی می‌خواهیم اثر مقاومت را بررسی کنیم، باید جریان ثابت بماند، بنابراین لازم است اختلاف پتانسیل را نیز تغییر دهیم. با یادآوری «آزمایش کنید ۷» و این نتیجه‌ی تجربی که قرار دادن دو لامپ در مدار موجب می‌شود مقاومت مدار بیشتر از وقتی باشد که یک لامپ داریم، برای افزایش مقاومت مدار می‌توانیم رشته سیم‌های گرماده را در مدار بیشتر کنیم و یا از گرماده‌هایی با مقاومت الکتریکی بیشتر استفاده کنیم. در هر حال اختلاف پتانسیل دو سر مدار را طوری انتخاب می‌کنیم تا جریان در مدار ثابت بماند. در این حال می‌توان گرمای منتقل شده به آب را برای زمان‌های یکسان اندازه‌گیری کرد.



فعالیت پیشنهادی ۲۸:

فرض کنید نتایج چنین آزمایشی در جدول ۵ داده شده است. جدول را بررسی، ستون آخر را کامل و نتیجه را اعلام کنید.

جدول ۵

شماره آزمایش	R (Ω)	I (A)	t (s)	W (J)	W/R
۱	۳۰۰	۰/۶	۲۵	۲۷۰۰	
۲	۶۰۰	۰/۶	۲۵	۵۴۵۰	
۳	۹۰۰	۰/۶	۲۵	۸۱۰۰	
۴					



شکل ۶۰

پاسخ: انرژی مصرفی با مربع جریان متناسب است. با انجام این سه فعالیت می‌توان رابطه‌ی $W \times RI^2t$ را نتیجه گرفت. پس از معرفی این رابطه از دانش‌آموزان می‌خواهیم به مثال ۴ توجه کنند و آن را مانند یک تمرین جدید حل کنند. سپس تمرین‌هایی با اعداد واقعی برای آشنایی با وسیله‌هایی که دور و بر دانش‌آموزان است، طرح می‌کنیم.

فعالیت پیشنهادی ۳۱:

مسئله حل کنید:

– پیچه‌ای از سیم نیکروم حامل جریان را در داخل مایع گرماسنجی فرو می‌بریم. وقتی که اختلاف پتانسیل دو سر پیچه ۱۲۷ و جریان آن ۵/۲ آمپر است. مایع به‌طور پایا می‌جوشد. گرمای تولید شده در هر دقیقه چند ژول است:

پاسخ:

$$V = 127 \quad R = \frac{V}{I} \rightarrow R = \frac{127}{5/2} = \frac{3}{1/3}$$

$$I = 5/2 \text{ A} \quad W = I^2 R t. \quad W = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \times 0/4 \times 60 = 6 \text{ J}$$

پاسخ: نسبت $\frac{W}{R}$ در این سه آزمایش تقریباً ثابت است پس می‌توان گفت $W \times R$ برای بررسی نقش زمان کافی است یک سیم گرماده را به کار ببریم و با جریان ثابت برای طول زمان‌های متفاوت دمای آب را اندازه‌گیری و در نتیجه گرمای تولید شده را محاسبه کنیم.

فعالیت پیشنهادی ۲۹:

فرض کنید نتایج چنین آزمایشی مطابق جدول ۶ باشد: با بررسی جدول اثر زمان عبور جریان بر میزان انرژی مصرفی مدار را بسنجید.

جدول ۶

شماره آزمایش	t(s)	(C)	W(J)
۱	۰	۲۰	
۲	۶۰	۲۵	۶۳۰۰
۳	۱۲۰	۲۹/۵	۱۲۰۰۰
۴	۱۸۰	۳۵	۱۸۱۰۰
۵			

پاسخ: نسبت $\frac{W}{t}$ تقریباً ثابت است. یعنی می‌توان گفت

انرژی مصرفی متناسب با زمان عبور جریان است.

برای بررسی اثر جریان آزمایش را با یک گرماده ثابت انجام می‌دهیم که با افزایش اختلاف پتانسیل دو سر آن می‌توان جریان را افزایش داد و برای بازه‌ی زمانی‌های یکسان گرمای تولید شده را با اندازه‌گیری دمای آب به دست آورد.

فعالیت پیشنهادی ۳۰:

فرض کنید نتایج چنین آزمایشی در جدول ۷ داده شده است؛ جدول را بررسی، ستون‌های آن را پر و نتیجه را بیان کنید.

جدول ۷

شماره آزمایش	R(.)	t (s)	I(A)	W(J)	W/I	W/I ²
۱	۳۰۰	۳۰	۰/۲	۳۶۰		
۲	۳۰۰	۳۰	۰/۴	۱۴۰۰		
۳	۳۰۰	۳۰	۰/۶	۳۲۵۰		
۴						

۱۳-۳- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

هدف: آشنایی با توان الکتریکی مصرفی و روش‌های

محاسبه‌ی آن

دانشته‌های قبلی: در کتاب علوم سوم راهنمایی توان به

معنی سرعت انجام کار با رابطه‌ی $\text{مقدار کار انجام شده} = \frac{\text{توان}}{\text{زمان انجام کار}}$ نشان داده شده است.

آمادگی پیش از تدریس:

– تعدادی وسیله‌ی برقی ساده مثل لامپ‌های مختلف،

قوری برقی، ... آماده باشد.

– امکان استفاده از نرم‌افزار ادیسون برای همه‌ی گروه‌ها

باشد.

راهنمای تدریس

برای ایجاد انگیزه، وسیله‌های برقی را در اختیار گروه‌ها

قرار می‌دهیم و می‌خواهیم به عددهای ثبت شده روی آن‌ها توجه

و دقت کنند. دلیل ثبت این عددها و مفهوم هریک از آن‌ها چیست؟

در این مرحله با شنیدن نظرهای دانش‌آموزان از سطح

اطلاعات آن‌ها آگاهی پیدا می‌کنیم و می‌خواهیم با توجه به پیگیری

مراحل کار در کلاس درس، مفهوم‌های توان مصرفی و توان

اسمی را دریابند.

از گروه‌ها می‌خواهیم با استفاده از نرم‌افزار ادیسون

لامپ با مشخصات ۱/۵ ولت و ۲ وات را همراه یک منبع تغذیه‌ی

متغیر و آمپرسنج در مدار قرار دهند و مرحله به مرحله اختلاف

پتانسیل دو سر لامپ را از صفر افزایش دهند و به نور لامپ توجه

کنند. این کار را تا جایی ادامه دهند که اختلاف پتانسیل دو سر

لامپ از ۱/۵ ولت بگذرد و لامپ بشکند. (در مدارهای واقعی

لامپ می‌سوزد ولی نمی‌شکند) از گروه‌ها می‌خواهیم آنچه را اتفاق

افتاده با ذکر دلیل بیان کنند.

تا این جا تأکید بر استفاده از ولتاژ مناسب است.

از گروه‌ها می‌خواهیم هم‌زمان دو مدار ببندند؛ در یکی

لامپ ۱/۵ ولت و ۲ وات و در دیگری لامپ ۱/۵ ولت و ۴ وات

ببندند و در هر مدار آمپرسنج هم قرار دهند و شدت نور لامپ‌ها و



۳-۳-۱-۳- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

در بخش (۳-۳-۱) اختلاف پتانسیل الکتریکی، با آن‌ها می‌توانیم که در وسیله‌های الکتریکی مثل لامپ، وسایل برقی و باتری‌ها در مدار بسته شده است. یکی از این دو اختلاف پتانسیل الکتریکی در یک دستگاه است. عدد دیگر مربوط به گذر جریان الکتریکی است که در نتیجه از برای آن چند متر ولت اختلافی که در همان این جهت، هنگام صرف انرژی را در یک دستگاه الکتریکی توان مصرفی دستگاه می‌شود و آنرا با واحد وات (W) بیان می‌کنند. پایه‌ی این واحد توان الکتریکی مصرفی یک رسانا وات است.

۳-۳-۱-۳-۱-۱- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۲- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۳- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۴- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۵- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۶- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۷- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۸- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۹- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۱۰- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۱۱- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۱۲- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۱۳- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۱۴- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۱۵- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۱۶- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۱۷- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۱۸- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۱۹- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۲۰- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۲۱- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۲۲- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۲۳- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۲۴- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۲۵- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۲۶- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۲۷- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۲۸- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۲۹- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۳۰- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۳۱- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۳۲- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۳۳- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۳۴- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۳۵- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۳۶- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۳۷- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۳۸- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۳۹- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۴۰- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۴۱- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۴۲- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۴۳- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۴۴- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۴۵- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۴۶- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۴۷- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۴۸- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۴۹- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

۳-۳-۱-۳-۱-۵۰- توان الکتریکی مصرفی در رسانا

همچنین اعدادی را که آمپرسنج‌ها نشان می‌دهند؛ ملاحظه و مقایسه کنند. دانش‌آموزان را هدایت می‌کنیم تا به مفهوم توان برسند و آن‌گاه رابطه‌های توان را به دست آورند. سپس توضیحات لازم در مورد توان اسمی را می‌دهیم.

باشد، توان مصرفی دستگاه نسبت به توان اسمی آن چگونه خواهد بود؟

فعالیت ۸

هدف:

- افزایش مهارت مشاهده و دقت به محیط پیرامون
- آشنایی با توان الکتریکی برخی از وسایل برقی مورد استفاده در منزل و شناخت حدود آنها
- تعمیم فعالیت: وسیله‌ها را از کم مصرف به پر مصرف دسته‌بندی کنید.

توجه

روی وسیله‌های برقی معمولاً اختلاف پتانسیل اسمی و توان اسمی دستگاه ثبت شده که در این فعالیت موردنظر هستند اما عددها و اطلاعات دیگری نیز نظیر بسامد مناسب یا جریان مجاز و ... نیز روی دستگاه ثبت می‌شود.

پاسخ: روی لامپ‌ها، اختلاف پتانسیل اسمی معمولاً ۲۲۰ یا ۲۳۰ ولت ثبت شده است و توان اسمی آنها می‌تواند از ۲۵W تا ۱۰۰۰W باشد. در بقیه‌ی وسیله‌ها هم توان اسمی به نوع و مدل دستگاه بستگی دارد. مثلاً اتو، پلوپز، سماور یا بخاری برقی بسته به قدرت گرمادهی توان‌های اسمی متفاوتی دارند. حتی در مورد یک دستگاه ممکن است توان ثابتی ذکر نشود چون وسیله با درجه‌بندی‌های مختلفی کار می‌کند پس محدوده‌ی توان اسمی آن معرفی می‌شود.

می‌توانیم برای پاسخ این فعالیت از گروه‌ها بخواهیم جدولی شبیه جدول زیر تهیه کنند.

جدول ۸

.....	جریان مجاز	بسامد	توان اسمی	اختلاف پتانسیل اسمی	عددهای ثبت شده نام وسیله
—	—	۵۰HZ-۶۰HZ ۵۰HZ	۱۷۰۰W-۲۰۰۰W ۳W	۲۲۰V-۲۴۰V ۹V	اتو رادیو

کارخانه می‌توان مجوز بازدید تهیه کرد.

در صورتی که توان اسمی آن دستگاه به اختلاف پتانسیل اسمی آن بهتر مشخص است
اختلاف پتانسیل برای دستگاه وصل باشد. اگر دستگاه به اختلاف پتانسیل کمتر و یا به اختلاف
پتانسیل بیشتری وصل شود، دستگاه ممکن است آسیب بیند.
تکلیف دیگری که باید به آن توجه کرد، نسبت جریان است که از دستگاه می‌گذرد. نسبت
جریان از مشخصات دستگاه نیست و به اختلاف پتانسیل بستگی دارد، که به توان اسمی دستگاه وصل
می‌شود. البته از یک دستگاه می‌توان به نسبت جریان را تغییر داد، زیرا اگر نسبت جریان خیلی زیاد
باشد، توان مصرفی در نتیجه دمای دستگاه بالا می‌رود و دستگاه آسیب می‌بیند.

فعالیت ۸
در منزل با دستگاه‌های الکتریکی دیگری مثل لامپ‌ها، پلوپز، اتو، سماور،
سخت‌افزار، جارو، جارو برقی و ... به همراه داده‌ها که در زمان آن‌ها استفاده می‌شود، با
استفاده از یک متر ولتی که در دسترس شماست، به مشخصات هر یک از این دستگاه‌ها که روی
آنها نوشته شده است نگاه کنید. هدف این فعالیت این است که بتوانید نسبت پتانسیل و
یا یکدیگر مشاهده کنید. نتیجه‌ی مشاهده‌ی خود را بنویسید و به کلاس گزارش کنید.

فعالیت ۹
روی مشخصات روی آداپتور، رابط‌های کامپیوتر و سایر وسایل که در منزل یا
مدرسه با اختلاف پتانسیل دیگری روی توان الکتریکی نوشته است.

۱-۴- برای انرژی الکتریکی مصرفی
در مدارهای مسکونی و تجاری استاندارد هستند، نسبت به انرژی الکتریکی
مصرفی را به شکل آن تعیین می‌کنند. اگر توان مصرفی یک دستگاه را می‌خواهیم از یک مصرفی آن
دستگاه در دست‌یابی از آن است.
۱-۵-
۱-۶- در این رابطه ۲ را در صحت و ۱ را در صحت، به توان مصرفی از یک مصرفی در صحت

دانش‌آموزان با اختلاف پتانسیل اسمی آشنا شده‌اند و مقاومت الکتریکی هر رسانا را می‌شناسند. با توجه به قانون اهم و با فرض این که مقاومت الکتریکی هر وسیله‌ی برقی تقریباً ثابت باشد، می‌توان گفت به ازای اختلاف پتانسیل اسمی هر دستگاه، جریان مجازی به آن نسبت داده می‌شود که گاهی روی دستگاه ثبت می‌شود.

سپس با استناد به رابطه‌ی ۳-۷ از دانش‌آموزان می‌خواهیم توان اسمی دستگاه را توضیح دهند و بگویند اگر اختلاف پتانسیل اعمال شده به دستگاه بیشتر یا کمتر از اختلاف پتانسیل اسمی

هریک از کارخانه‌های تولیدکننده‌ی وسیله‌های الکتریکی می‌توانند مرکزی برای بازدید باشند که از طریق روابط عمومی

فعالیت ۹

می‌آید ولی در این حالت وسیله‌ی «الف» در شرایط مناسبی کار نخواهد کرد.

۲- لامپی با مشخصات ۱۲۷ و ۶W در اختیار دارید.

الف) جریان مجاز آن را محاسبه کنید.

ب) مقاومت الکتریکی لامپ چند اهم است؟

پ) اگر لامپ را به اختلاف پتانسیل ۸۷ وصل کنیم،

جریان عبوری و توان مصرفی آن را محاسبه کنید.

پاسخ:

$$P = VI \rightarrow I = \frac{6}{127} = 0.047 \text{ A} \quad (\text{الف})$$

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow R = \frac{127^2}{6} = 2644 \quad (\text{ب})$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{127}{0.047} = 2702 \quad (\text{ب یا})$$

$$P' = \frac{V'^2}{R} = \frac{87^2}{2644} = 2.8 \text{ W} \quad (\text{پ})$$

$$I' = \frac{P'}{V'} = \frac{2.8}{87} = 0.032 \text{ A}$$

$$I' = \frac{V'}{R} = \frac{87}{2644} = 0.033 \text{ A} \quad (\text{ب یا})$$

فعالیت پیشنهادی ۳۳:

پاسخ دهید:

۱- مقاومت نامعلومی را به دو سریک باتری ۳ ولتی وصل

می‌کنیم؛ توان مصرفی آن ۵۴/۰ وات می‌شود. تعیین کنید وقتی

آن را به باتری ۱/۵ ولتی وصل کنیم، توان مصرفی چند وات

خواهد بود؟

۲- شخصی رادیوی ۹ ولتی و ۷ واتی خود را از ساعت

۹ صبح تا ۲ بعدازظهر روشن نگه می‌دارد. در این مدت چه

مقدار بار از مدار رادیو عبور می‌کند؟

۳- مقاومت یک بخاری برقی که با ولتاژ ۱۲۰ ولت کار

می‌کند، هنگام روشن بودن ۱۴ اهم است. الف) آهنگ تبدیل

انرژی الکتریکی به گرما را به دست آورید. ب) اگر بهای هر

کیلووات ساعت برق ۱۱۰ ریال باشد، هزینه‌ی ۵ ساعت کار کردن

این وسیله چقدر است؟

۴- سیم گرم‌کنی از آلیاژ نیکل - کروم - آهن که نیکروم

هدف: توجه به کاربردهای هریک از رابطه‌های مربوط به

توان و نتیجه‌گیری رابطه‌ی جدید

چون مقاومت الکتریکی وسیله‌ها را ثابت فرض می‌کنیم،

جریان و توان مصرفی در هر وسیله تابع اختلاف پتانسیل اعمال

شده به آن است. به این ترتیب برای توان مصرفی نیاز به یک

رابطه‌ی مستقل از جریان داریم. برای این منظور از دانش‌آموزان

می‌خواهیم در رابطه‌ی ۳-۶ یا ۳-۷ با توجه به قانون اهم، جریان

را جایگزین کنند و رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$ را به دست آورند.

توجه

در حل مسئله‌های مربوط به توان، اگر اختلاف پتانسیل

اسمی دستگاه به آن اعمال شده باشد، فرقی ندارد از کدام رابطه‌ی

توان استفاده کنیم ولی اگر اختلاف پتانسیل اعمال شده با اختلاف

پتانسیل اسمی برابر نباشد، ابتدا با رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$ باید توان

مصرفی را به دست آوریم. برای یافتن مهارت کافی در حل

مسئله‌های مربوط به توان لازم است مثال‌های بیشتری طرح شود.

فعالیت پیشنهادی ۳۲:

۱- وسیله‌های برقی «الف» و «ب» اختلاف پتانسیل اسمی

یکسان دارند اما توان اسمی دستگاه «الف» از «ب» بیشتر است.

الف) وقتی هر دو به اختلاف پتانسیل اسمی خود وصل

شوند، از کدام یک جریان بیشتری می‌گذرد؟

ب) مقاومت الکتریکی دستگاه‌ها را مقایسه کنید.

پ) آیا امکان دارد شرایطی ایجاد کنیم که «الف» و «ب»

توان مصرفی یکسان داشته باشند؟

پاسخ:

الف) با توجه به رابطه‌ی $P = VI$ چون توان اسمی دستگاه

«الف» بیشتر است، جریان بیشتری عبور می‌دهد.

ب) با توجه به رابطه‌ی $P = \frac{V^2}{R}$ چون توان اسمی دستگاه

«ب» کمتر است، مقاومت الکتریکی آن بیشتر است.

پ) اگر وسیله‌ی «الف» را با اختلاف پتانسیلی کمتر از

اختلاف پتانسیل اسمی آن وصل کنیم، چنین امکانی به وجود

«صرفه‌جویی در انرژی مصرفی» را به عهده‌ی یکی از گروه‌ها بگذاریم که لازم است هماهنگی‌های قبلی صورت گرفته باشد.

راهنمای تدریس

با طرح پرسش‌هایی توجه دانش‌آموزان را به این مطلب جلب می‌کنیم که کار وسیله‌های برقی به انرژی الکتریکی نیاز دارد و هر مصرف‌کننده باید بهای انرژی الکتریکی مصرفی را بپردازد. به عبارتی ما از سازمان برق، انرژی الکتریکی خریداری می‌کنیم. فعالیت پیشنهادی ۳۵:

پاسخ دهید:

- ۱- به چه علت برای مشترکان، قبض برق صادر می‌شود؟
- ۲- مبلغ قابل پرداخت در قبض برق چگونه تعیین می‌شود؟
- ۳- شما از سازمان برق منطقه‌ای چه چیزی را می‌خرید؟
- ۴- آیا می‌توانیم انرژی الکتریکی را مانند کالاهای دیگر به کشورهای همسایه بفروشیم؟
- ۵- چگونه می‌توانید میزان مصرف انرژی الکتریکی یک واحد مسکونی را برآورد کنید؟

نام دارد، در اختیار است، مقاومت سیم ۷۲ است. با این فرض که هرگاه طول سیم را نصف کنیم، مقاومت آن نصف می‌شود؛ توان مصرفی سیم گرم‌کن را وقتی به شکل یک پیچه درآید با وقتی که نصف شود و به صورت دو پیچه‌ی مجزا درآید، مقایسه کنید. پاسخ:

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R} : P_2 = \frac{V_2^2}{R} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2} \Rightarrow \frac{P_2}{\cdot / 54} = \frac{(1/5)^2}{3^2} - 1$$

$$P_2 = \frac{V_2^2}{R} :$$

$$\Rightarrow P_2 = 0 / 135 W$$

$$P = VI \Rightarrow I = \frac{V}{9} - 2$$

$$q = It \Rightarrow q = \frac{V}{9} \times 5 \times 3600 = 14000 C$$

۳- منظور از آهنگ تبدیل انرژی، همان توان الکتریکی است.

$$\text{الف) } P = \frac{V^2}{R} = \frac{120^2}{14} \approx 1028 / 6 W$$

$$\text{ب) } \frac{1028 / 6}{10000} \times 5 \times 110 \approx 565 / 7 \text{ ریال}$$

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(120)^2}{72} = 200 W - 4$$

$$P' = \frac{V^2}{R'} = \frac{(120)^2}{36} = 400 W$$

برای اطمینان از فراگیری درست موضوع توان مصرفی

فعالیت زیر پیشنهاد می‌شود.

فعالیت پیشنهادی ۳۴:

هر گروه یک مسئله در مورد توان مصرفی و توان اسمی، اختلاف پتانسیل و جریان عبوری طرح کند. (در طراحی مسئله به اعداد واقعی توجه داشته باشید.)

۱۴-۳- بهای انرژی الکتریکی مصرفی

هدف:

- آشنایی با نحوه‌ی محاسبه‌ی برق مصرفی
- ضرورت توجه به صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتریکی
- آمادگی پیش از تدریس: می‌توانیم تدریس قسمت

پاسخ:

- ۱- چون باید بهای برق مصرفی را بپردازند.
- ۲- با توجه به میزان مصرف که توسط قرائت عدد کنتور

مشخص می شود.

۳- انرژی الکتریکی

۴- بله هم اکنون این کار انجام می شود.

۵- با توجه به رابطه $P = \frac{W}{t}$ با معلوم بودن توان مصرفی

هر وسیله و زمان کارکرد آن.

با طرح پرسش شماره ۵ و یا به هر روش دلخواه دیگر

تأکید می کنیم که انرژی مصرفی را می توان از رابطه $W = Pt$

محاسبه کرد و دستگاه کنتور این کمیت را اندازه گیری می کند.

برای ضرورت آشنایی و استفاده از یکای کیلووات ساعت برای

انرژی، فعالیت زیر پیشنهاد می شود.

فعالیت پیشنهادی ۳۶:

انرژی مصرفی ماهانه ی یک لامپ ۱۰۰W و ۲۲۰V را

وقتی روزی هشت ساعت به اختلاف پتانسیل ۲۲۰V وصل باشد

محاسبه کنید.

پاسخ:

$$P = 100W$$

$$V = 220V$$

$$t = 8 \times 3600 \times 30$$

$$W = Pt$$

$$W = 100 \times 8 \times 3600 \times 30 = 86400000J$$

یادداشت معلم:

باز هم بگوئید: دایره را در حساب کیلووات و ابراز صحت ساعت و از بعد انرژی الکتریکی
مصرفی بر حسب کیلووات ساعت (kWh) بگوئید. شکل گراف انرژی الکتریکی مصرفی را بر حسب
کیلووات ساعت مشخص می کند.

$$12000 = 10 \times (2200 - 200) \times 30 = 10 \times 2000 \times 30 = 600000 \text{ J}$$

مثال ۵

روزی یک لامپ ۱۰۰W و ۲۲۰V به شبکه وصل شد.
الف: اگر اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت به طور این لامپ اعمال شود، نسبت
جریان عبوری از آن چند اهم بود؟
ب: اگر این لامپ به هر دو پتانسیل ۲۲۰ ولت اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت
وصل شد، بهای برق مصرفی آن در یک ماه چقدر می شود؟ بهای هر کیلووات ساعت
انرژی مصرفی را ۱۰۰۰ ریال فرض کنید.

حل

الف: $P = VI \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{100}{220} = 0.4545 \text{ A}$

ب: $W = Pt = 100 \times 30 \times 24 = 72000 \text{ J}$

انرژی مصرفی لامپ در یک ماه چقدر می شود؟
بهای برق مصرفی لامپ در یک ماه: $72000 \div 1000 = 72 \text{ kWh}$

فعالیت ۱۰

۱- مصرف یک دستگاه برقی چقدر است که در یک روز یک کیلووات انرژی
لاستفاده می شود. بجای پاسخ و ۱۰ بجای فرض حساب کند و بجای واحدی
که کشور وی تسلیم می شود محاسبه کند. اگر اختلافی وجود دارد علت آن را بیان کند.
۲- بهای برق مصرفی منزل خود را بجای متوسط محاسبه کند. فرض کند
بهای هر کیلووات ساعت انرژی مصرفی ۱۰۰۰ ریال است.

از دانش آموزان می خواهیم به این عدد توجه کنند و حدس
بزنند عدد مربوط کل انرژی مصرفی ماهانه در یک واحد مسکونی
چند رقمی باید باشد و از آن ها می خواهیم یکای بزرگ تر از ژول
را نام ببرند، احتمالاً کیلوژول و یا حتی مگاژول را بیان می کنند
اما توضیح می دهیم که یکای بزرگ تر نیز وجود دارد و با اشاره به
این که ژول معادل وات ثانیه است، آن ها را راهنمایی می کنیم تا به
یکای کیلووات ساعت برسند و بررسی کنند که هر کیلووات ساعت
معادل چند ژول است.



توجه

برای انجام «فعالیت ۱۰» لازم است دانش‌آموزان توان اسمی بعضی وسیله‌های برقی خانه را بدانند که با مراجعه به فعالیت ۸ می‌توانند این اطلاعات را به دست آورند.
پاسخ: می‌توانیم ابتدا اطلاعات را در یک جدول مثل جدول ۹ دسته‌بندی کنیم.

اشتباه‌های رایج: معمولاً دانش‌آموزان باور ندارند که کیلووات ساعت یکای انرژی است؛ بنابراین تأکید می‌کنیم که این یکا عبارتی مرکب است و باید به تمام آن توجه داشته باشند و نیز بدانند که ژول = وات ثانیه است، پس حاصل ضرب یکای توان در یکای زمان حتماً یکای انرژی است.

از دانش‌آموزان می‌خواهیم بدون توجه به پاسخ مثال ۵، آن را مانند یک تمرین حل کنند و اشکال‌های احتمالی خود را برطرف کنند. سپس به طور گروهی فعالیت ۱۰ را انجام دهند.

جدول ۹

ردیف	نام وسیله	توان اسمی (W)	تعداد	زمان متوسط استفاده روزانه (h)	انرژی مصرفی ماهانه (kWh)
۱	لامپ	۱۰۰	۲	۶	$2 \times \frac{100}{1000} \times 6 \times 30$
۲	لامپ	۶۰	۴	۲	$4 \times \frac{60}{1000} \times 2 \times 30$
۳	یخچال	۸۰۰	۱	۲	$\frac{800}{1000} \times 2 \times 30$
۴	تلویزیون	۱۵۰	۱	۸	$\frac{150}{1000} \times 8 \times 30$
۵	سماور	۱۰۰۰	۱	۳	$\frac{1000}{1000} \times 3 \times 30$
۶	ششوار	۱۶۰۰	۱	$\frac{1}{15}$	$\frac{1600}{1000} \times \frac{1}{15} \times 30$
۷	بخاری برقی	۲۰۰۰	۲	۴	$2 \times \frac{2000}{1000} \times 4 \times 30$
	جمع				۷۰۷/۶

:بهای برق مصرفی ماهیانه

یادداشت معلم:

آمادگی از قبل: هر گروه حداقل یک قبض برق همراه داشته باشد. با انجام فعالیت ۱۱ دانش آموزان نسبت به مسایل روزمره و اطراف خود دقیق تر می شوند و زمینه برای ضرورت صرفه جویی در مصرف انرژی الکتریکی فراهم می شود.

توجه: احتمالاً گروه‌ها پاسخ مشابهی برای بهای برق مصرفی به دست نمی آورند، زیرا:

۱- بهای برق مصرفی در دوره‌های مختلف سال متفاوت است.

۲- بهای برق مصرفی با توجه به میزان مصرف به صورت تصاعدی است.

اگر تدریس قسمت «صرفه جویی در انرژی مصرفی» را به عهده‌ی گروه داوطلب گذاشته‌ایم، حتماً باید قبل از شروع جلسه از کم و کیف کار آنان با خبر باشیم تا کیفیت نامطلوب کار موجب اتلاف وقت نشود. می‌توانیم این قسمت را به صورت یک فعالیت به هم‌ه‌ی گروه‌ها واگذار کنیم و از آن‌ها بخواهیم راه‌های صرفه جویی و ضرورت صرفه جویی را بیان کنند.

می‌توانیم خودمان با تأکید و توضیح عبارات‌های مصرف بهینه و صرفه جویی به توضیح روش‌های ساده و متعدد برای مصرف بهینه و در نتیجه صرفه جویی انرژی مطرح کنیم. به عنوان مثال: استفاده از یک ظرف عایق‌بندی محتوی آب و یخ در خانه برای جلوگیری از باز و بسته شدن در یخچال برای استفاده از آب خوردنی خنک و ...

فعالیت ۱۱

با احتساب گروه خود، به یک نفر مصرف برق خانگی را در یک هفته در نظر بگیرید. این اطلاعات موجود در آن را یادداشت کنید.

آنها را در مصرف برق خانگی خود ثبت کنید.

صرفه جویی در انرژی مصرفی: در فصل اول در مورد مصرف انرژی و تبدیل آن به انرژی دیگری صحبت کردیم و دیدیم که مصرف انرژی توسط هر وسیله‌ای را می‌توانیم به روشی که قبلاً استفاده می‌کردیم و به همان روش تبدیل می‌کنیم. در مصرف انرژی در خانه، مدرسه، اداره، کارخانه و ... می‌توانیم به روشی که قبلاً استفاده می‌کردیم و به همان روش تبدیل می‌کنیم.

صرفه جویی در مصرف انرژی: صرفه جویی در مصرف انرژی به معنی استفاده بهینه از انرژی است. به عنوان مثال: در مصرف انرژی در خانه، مدرسه، اداره، کارخانه و ... می‌توانیم به روشی که قبلاً استفاده می‌کردیم و به همان روش تبدیل می‌کنیم.

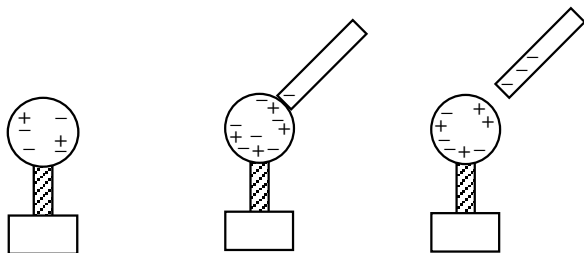
صرفه جویی در مصرف انرژی: صرفه جویی در مصرف انرژی به معنی استفاده بهینه از انرژی است. به عنوان مثال: در مصرف انرژی در خانه، مدرسه، اداره، کارخانه و ... می‌توانیم به روشی که قبلاً استفاده می‌کردیم و به همان روش تبدیل می‌کنیم.

معرفی سایت: برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد مصرف انرژی و صرفه جویی در آن سایت زیر معرفی می شود.

www.iceo.org

یادداشت معلم:

ب - می خواهیم کره بار همنام با میله پیدا کند ؛ پس از روش تماس استفاده می کنیم.

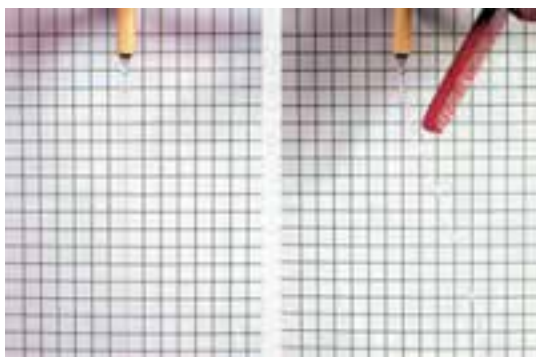


- (۱) میله را نزدیک کره می کنیم، بارهای کره از هم جدا می شوند.
- (۲) میله را به کره تماس می دهیم، بارهای منفی میله به کره می روند.
- (۳) میله را دور می کنیم، بارهای منفی اضافه روی سطح کره پخش می شوند.

شکل ۶۲

۲- از روش مالش. که باید توجه داشته باشیم، یکی الکترون خواهد تر از دیگری باشد و اگر یکی رساناست، حتماً آن را با عایق بگیریم.

۳- دانش آموزان در ابتدای کتاب شیمی (۱) خود آموخته اند که مولکول آب دو قطبی است، به این معنی که آب مولکول هایی دارد که در واقع دو سر مثبت و منفی دارند. وقتی شانه را به سر خود مالش می دهیم، مقداری بار الکتریکی منفی به دست می آورد و بنابراین هنگامی که شانه را به باریکه ی آب نزدیک می کنیم هر مولکول از سر مثبت خود جذب میله ی پلاستیکی با بار الکتریکی منفی می شود.



شکل ۶۳

۴- همان توضیح سؤال قبل با توجه به این نکته که وجود صابون موجب پایداری حباب است اما ربایش حباب به سمت شانه باز هم به دلیل مولکول های قطبی آب است.

تمرین های فصل سوم

۱- میله ی فولادین را با یک تار پشمی و کره ی پنبه ای در دو طرف تار پشمی وصل کنید و آن را با یک دستمال تمیز تمیز کنید تا بارهای مثبت و منفی جدا شود. حالا با یک دستمال تمیز آن را تمیز کنید تا بارهای مثبت و منفی جدا شود. حالا با یک دستمال تمیز آن را تمیز کنید تا بارهای مثبت و منفی جدا شود.

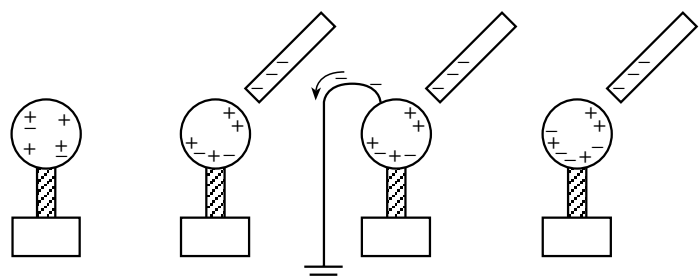
۲- با یک دستمال تمیز آن را تمیز کنید تا بارهای مثبت و منفی جدا شود. حالا با یک دستمال تمیز آن را تمیز کنید تا بارهای مثبت و منفی جدا شود.

۳- با یک دستمال تمیز آن را تمیز کنید تا بارهای مثبت و منفی جدا شود. حالا با یک دستمال تمیز آن را تمیز کنید تا بارهای مثبت و منفی جدا شود.



پاسخ تمرین های فصل سوم

۱- الف - میله بار منفی دارد و می خواهیم در کره بار مثبت داشته باشیم، پس باید از روش القای الکتریکی استفاده کنیم.



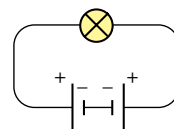
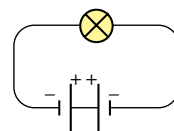
- (۱) میله را نزدیک کره می کنیم بارهای کره از هم جدا می شوند.
- (۲) اتصال به زمین می دهیم بارهای همنام با میله به زمین می روند.
- (۳) اتصال زمین را قطع می کنیم. کره پخش می شوند.
- (۴) بارهای اضافه ی مثبت روی سطح کره پخش می شوند.

شکل ۶۱

۵ - صفحه نمایش ها، ماشین لباسشویی بخصوص هنگام خشک کردن که در اثر چرخش زیاد، تسمه ها و قسمت های لاستیکی ایجاد بار می کنند، ...

۶ - روکش تشک های بیمارستانی معمولاً پلاستیکی هستند که با مالش ملایف و پتو باردار می شوند؛ از طرفی برای جلوگیری از تولید صدا، چرخ های تخت، روکش لاستیکی دارند و با مالش باردار می شوند و در اتاق عمل که معمولاً بیمار برهنه است احتمال زدن جرقه با هر نقطه از بدن بیمار وجود دارد؛ پس پای بیمار را به زمین اتصال می دهند. همچنین بقیه ی ابزار موجود در اتاق عمل را نیز به زمین اتصال می دهند تا حتی الامکان باردار نباشند. همچنین جرقه ها در اتاق عمل به دلیل دیگری نیز خطرناک اند و آن این است که گازهای هوشبری آتشگیرند و مقدار زیاد اکسیژن موجود در هوای اتاق عمل نیز آتش گیر است.

۷ - اختلاف پتانسیل دو سر مدار صفر می شود. جریان برقرار نمی شود و لامپ خاموش می ماند. مثل این است که باتری ها اثر یک دیگر را خنثی کرده اند.



۸ - الف - $R = 200$, $q = It$

$I = 0/2A$ $q = 0/2 \times 150 = 30C$

$t = 2/5' = 150s$

$q = ?$

ب -

$V = IR$ $V = 0/2 \times 200 = 40V$

۹ - الف -

$P = 50W$ $P = \frac{V^2}{R}$

$V = 110V$

$R = ?$ $50 = \frac{(110)^2}{R}$

آب جفت کند
اگر نو باری مشابه را به طور مجانب به هر پسته از لامپ های جفت به هر دو با لامپ های جفت به هم وصل بکنند و نوسان مجموعی را به یک لامپ پسته جفت اعظمی می کنند
۱- مقاومت لامپ ۲۰۰ اهم و جریان ۰/۲ آمپر از آن می گذرد
الف - بار الکتریکی که در مدت ۲ دقیقه از لامپ می گذرد، چند کولن است؟
ب - اختلاف پتانسیل دو سر لامپ چند ولت است؟
۲- درونی لامپ ۱۰۰ وات و ۲۲۰ ولت نوشته شده است. اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت را به لامپ وصل می کنند
الف - مقاومت لامپ را محاسبه کنید
ب - چه جریانی از آن می گذرد؟
ج - در مدت ۱۰ دقیقه چند ژول انرژی الکتریکی توسط لامپ مصرف می شود؟
۳- الف - مصرف متوسط انرژی انرژی را بنویسید و بگویید که از لامپ های جفتی خود را حساب کنید
ب - اگر در شهر شما هر خانه یک لامپ ۱۰۰ وات مصرفی را به مدت ۳ ساعت در دست روشن کند، در طول یک ماه چند کلووات ساعت انرژی مصرف می شود؟ لطفاً آن چند ریال می شود؟ اگر این مبلغ صرفه جویی شود، با آن چه کارهای مفیدی می توان برای بهبودان انجام داد؟
۴- الف - محاسبه کنید
ب - الف - مدار مدار شکل (۱۸۳) مربوط به لامپ است که در یک مدار قرار دارد.
الف - چه رابطه ای بین جریان الکتریکی و اختلاف پتانسیل می تواند پیدا کند؟
ب - به کمک نمودار، مقاومت لامپ را پیدا کنید.
ج - هرگاه جریانی که از لامپ می گذرد، ۰/۲ آمپر باشد، اختلاف پتانسیل دو سر لامپ چند ولت می شود؟

$R = \frac{12100}{5} = 242$

ب - $I = ?$ $I = \frac{V}{R}$ $I = \frac{110}{242} \approx 0/45A$

یا $P = VI$ $I = \frac{50}{110} \approx 0/45A$

پ - $t = 2' = 60S$ $W = Pt$

$W = ?$ $W = 50 \times 60 = 3000J$

۱۰ - الف - هدف از این پرسش کاوش دانش آموزان برای

یافتن این توان ها از وسایل منزل است. یک مثال نوعی چنین

می شود:

راديو $P_1 = 5W$

$P = P_1 + P_2 + P_3 = 255W$ $P_2 = 150W$ $P_3 = 100W$

$P_3 = 100W$ لامپ $= \frac{255}{1000} KW = 0/255KW$

ب - $0/255 \times 8 \times 30 = 61/2kWh$ مصرف ماهانه

ریال $61/2 \times 1000 = 6120$ = بهای برق مصرفی

نقطه قطع کند و از آن نقطه خط چین عمودی بکشیم تا محور اختلاف پتانسیل را قطع کند و مقدار آن را حدس بزنیم. البته این روش وقتی کارآیی دارد که نمودار روی کاغذ میلی متری رسم شده باشد.

۱۱-۲- الف - V معرف اختلاف پتانسیل الکتریکی با یکای ولت، R معرف مقاومت الکتریکی با یکای اهم، P معرف توان الکتریکی مصرفی با یکای وات و I معرف جریان الکتریکی با یکای آمپر است.

ب- کلیدی روابط برای محاسبه‌ی توان به کار می‌روند و با توجه به معلومات مسئله می‌توان از یکی از آنها برای محاسبه‌ی توان استفاده کرد.

۱۱-۳- الف - با افزایش دما، مثل این است که عابران خیابان هرکدام جنبش بیشتر پیدا کرده‌اند و احتمال برخورد ما با آنها و اتلاف انرژی بیشتر است؛ پس مقاومت بیشتر شده است. ب- با فرض ثابت ماندن اختلاف پتانسیل وقتی مقاومت افزایش یابد، جریان کاهش پیدا می‌کند.

$$P = 700W \quad I = \frac{P}{V} = \frac{700}{220} \approx 3.18A \quad 1-12$$

$$V = 220V \quad 2-12$$

$$W = Pt = \frac{700}{1000} \times 4 \times \frac{20}{60} \approx 0.93kWh$$

۱۳- توان تولید باتری خودرو خیلی بیشتر از باتری قلمی است و جریان بزرگ‌تری می‌دهد. (همچنین توجه کنید مقاومت داخلی یک باتری قلمی بسیار زیاد است و عملاً تعداد باتری‌های موردنیاز به مراتب بیشتر می‌شوند)

۱۱-۲- الف - در رابطه $V = IR$ و $P = VI$ و $P = I^2R$ و $P = \frac{V^2}{R}$ استفاده می‌کنیم. در این صورت: $P = 700W$ و $V = 220V$ پس $I = \frac{P}{V} = \frac{700}{220} \approx 3.18A$ و $R = \frac{V}{I} = \frac{220}{3.18} \approx 69.2\Omega$

۱۱-۳- الف - با افزایش دما، مثل این است که عابران خیابان هرکدام جنبش بیشتر پیدا کرده‌اند و احتمال برخورد ما با آنها و اتلاف انرژی بیشتر شده است. ب- با فرض ثابت ماندن اختلاف پتانسیل وقتی مقاومت افزایش یابد، جریان کاهش پیدا می‌کند.

ب- فرض کنید در یک شهر ۴۰۰۰۰ خانۀ وجود دارد بنابراین مصرف اضافی ماهانه چنین می‌شود:

$$40000 \times 100 \times 3 \times 30 = 3600000 kWh$$

و در نتیجه بهای این مصرف اضافه خواهد شد:

$$3600000 \times 1000 = 3600000000 \text{ ریال}$$

و یا سه میلیون و ششصد هزار تومان که می‌توان از آن برای بهبود خدمات شهری استفاده کرد.

۱۱-۱- الف

$$\frac{I}{V} = \text{ثابت} \quad \text{و} \quad \frac{V}{I} = \text{ثابت}$$

ب- چون شیب منحنی ثابت است می‌توان از هرکدام نقاط روی منحنی برای محاسبه‌ی شیب استفاده کرد. مثلاً داریم:

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

$$V = 2/5 \times 10 = 25V \quad \text{ب-}$$

همچنین می‌توانیم بین ۲ تا ۳ روی محور جریان، عدد ۲/۵ را پیدا کنیم و خط چین افقی رسم کنیم تا نمودار را در یک