

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

کتاب کار فیزیک و آزمایشگاه

رشته کامپیوتر
زمینه خدمات
شاخه متوسط فنی و حرفه ای
شماره درس: ۴۳۰۳

عنوان و نام پدیدآور: کتاب کار فیزیک و آزمایشگاه [کتابهای درسی]: رشته کامپیوتر زمینه خدمات / برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف دفتر برنامه ریزی و تألیف آموزش های فنی و حرفه ای کار دانش؛ مؤلف روح الله خلیلی بروجنی؛ [برای] وزارت آموزش و پرورش، سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی. مشخصات نشر: تهران: گویش نو، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری: ۹۶ص: مصور (بخشی رنگی).
فروست: شاخه متوسطه فنی و حرفه ای؛ شماره درس ۱۲/۳۵۹.
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۰۸۴-۹۷-۹
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
موضوع: فیزیک
موضوع: فیزیک -- آزمایش ها
شناسه افزوده: خلیلی، روح الله، ۱۳۵۰-
شناسه افزوده: سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی. دفتر برنامه ریزی آموزشی. آموزش های فنی و حرفه ای و کار دانش
شناسه افزوده: سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
رده بندی کنگره: QC۳۲/ک۲۷۴۲ ۱۳۹۰
رده بندی دیویی: ۳۷۳ ۳۵۹/۱۲ ۱۳۹۰
شماره کتابشناسی ملی: ۲۳۹۲۵۰۵

جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:

پیشنهادها و نظرات خود را درباره‌ی محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره‌ی ۴۸۷۴/۱۵ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف
آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) tvoccd@roshd.ir
وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.medu.ir

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

عنوان و کد کتاب: فیزیک و آزمایشگاه، ۳۵۹/۱۲

مجری: انتشارات گویش نو

مؤلف: روح الله خلیلی بروجنی (khalily@gmail.com)

صفحه‌آرا: غزاله کشمیری

طراح جلد: محمدحسن معماری

نوبت و سال چاپ: اول ۱۳۹۰

ناشر: انتشارات گویش نو (تهران: خیابان انقلاب - خیابان فخر رازی - خیابان وحید نظری شرقی - پلاک ۶۱ تلفن: ۵۰-۴۹-۶۶۹۵۶۰۴۹، ۶۶۴۸۴۵۳۴)

وب‌سایت www.bookgno.ir

چاپ: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران

(تهران - کیلومتر ۱۷ جاده‌ی مخصوص کرج - خیابان ۶۱ "داروپخش" تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۴۴۵/۶۸۴)

نظارت بر چاپ و توزیع: اداره‌ی کل چاپ و توزیع کتاب‌های درسی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

تهران - ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره‌ی ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

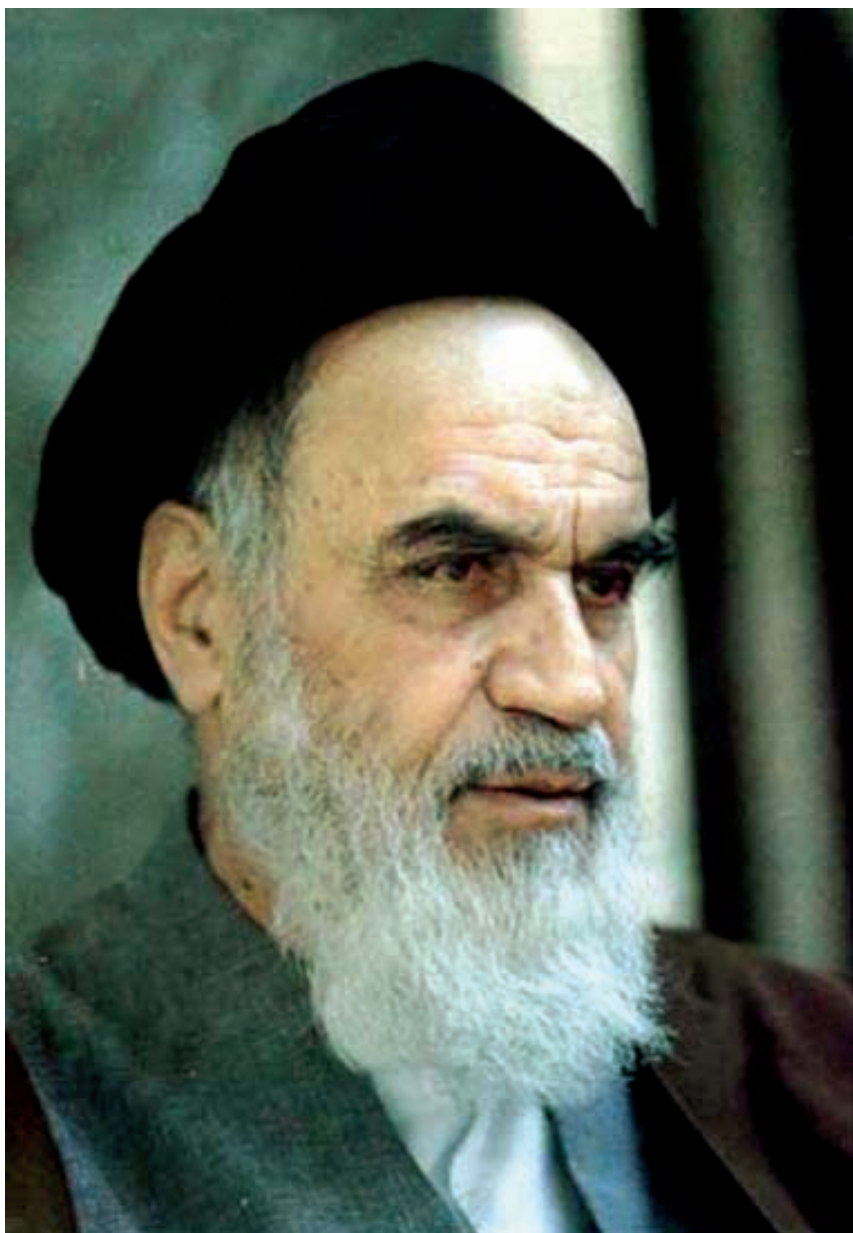
تلفن: ۹-۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۳۵۹

وب‌سایت www.chap.sch.ir

حق چاپ محفوظ است.

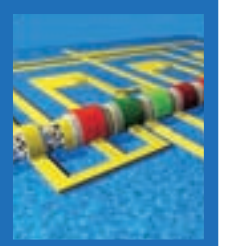
ISBN: 978-600-5084-97-9

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۰۸۴-۹۷-۹



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

امام خمینی « قدس سره الشریف »



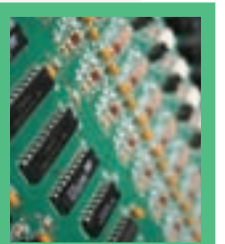
فصل ۱ یکاها، کمیت های فیزیکی و بردارها

- ۹ ■ استانداردها و یکاها
- ۹ ■ دستگاه بین المللی یکاها
- ۱۲ ■ پیشوندها و تبدیل یکاها
- ۱۶ ■ بردارها و جمع بردارها
- ۱۹ ■ آزمون تشریحی
- ۲۱ ■ آزمون چند گزینه ای



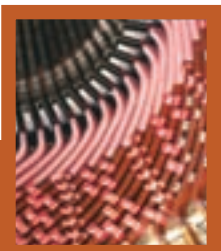
فصل ۲ بار الکتریکی و میدان الکتریکی

- ۲۵ ■ بار الکتریکی
- ۲۷ ■ خواص الکتریکی ماده
- ۲۹ ■ باردار ساختن ماده
- ۳۱ ■ قانون کولن
- ۳۴ ■ میدان الکتریکی
- ۳۹ ■ انرژی پتانسیل الکتریکی
- ۴۳ ■ خازن
- ۴۷ ■ آزمون تشریحی
- ۵۰ ■ آزمون چند گزینه ای



فصل ۳ جریان الکتریکی، مقاومت الکتریکی و مدارهای الکتریکی

- ۵۵ ■ جریان الکتریکی
- ۵۸ ■ مقاومت و مقاومت ویژه الکتریکی
- ۶۳ ■ نیروی محرکه الکتریکی
- ۶۶ ■ مدارهای الکتریکی
- ۷۲ ■ آزمون تشریحی
- ۷۵ ■ آزمون چند گزینه ای



فصل ۴ مغناطیس و کاربردهای آن

- ۸۱ ■ آهن ربا و قطب های مغناطیسی
- ۸۲ ■ میدان های مغناطیسی
- ۸۴ ■ الکترومغناطیس
- ۸۸ ■ تولید الکتریسیته
- ۹۱ ■ آزمون تشریحی
- ۹۴ ■ آزمون چند گزینه ای

الف) سخنی با دانش آموزان

کتابی که در پیش رو دارید در پاسخ به نیاز واقعی شما در آموزش درس فیزیک و آزمایشگاه رشته‌ی کامپیوتر، برنامه‌ریزی و تألیف شده است. امروزه وجود کتاب‌هایی که در کنار کتاب درسی به عمق‌بخشیدن و شوق‌انگیزتر کردن یادگیری و همچنین پشتیبانی هدفمند برنامه‌ی درسی، شما را یاری رسانند به لحاظ محدودیت‌های کتاب درسی یک ضرورت است. حتی بسیاری از کشورهای دنیا پا را از این هم فراتر نهاده و همچون درس شما، در ابتدای سال تحصیلی یک بسته‌ی آموزشی در اختیار هر دانش‌آموز قرار می‌دهند که تمام نیازهای آموزشی او را طی سال تحصیلی پوشش می‌دهد.

ساختار کتاب

در هر فصل این کتاب که با ساختاری جدید و کارآمد طراحی شده است، ضمن توجه به مفاهیم کلیدی هر بخش، تعدادی مثال‌های حل شده آمده است و در پی آن پرسش‌ها و مسئله‌هایی آمده است که به شیوه‌های متنوعی طراحی شده و محلی برای پاسخ آن‌ها نیز در نظر گرفته شده است. در پایان هر فصل نیز دو آزمون، یکی تشریحی و دیگری چندگزینه‌ای برای شما تدارک دیده شده است.

ب) سخنی با همکاران

کلاس‌های درس امروز، دنیای فردا را می‌سازد. امید است همکاران عزیز در این راه از هر کوششی که منجر به شوق‌انگیزتر شدن یادگیری و مشارکت دانش‌آموزان در فرایند آموزش می‌شود، دریغ نورزند. بدون شک فعالیت‌های جمعی و مشارکتی دانش‌آموزان در کلاس‌های درس، ضمن آن‌ها که آن‌ها را به درک بهتر و عمیق‌تر مفاهیم رهنمون می‌کند، باعث می‌شود که مهارت‌های مختلف آن‌ها پرورش یافته و با نگرش بهتری با دنیای پیرامون خود تعامل داشته باشند؛ تعاملی که ابزار آن در دنیای پر حجم و پرشتاب امروز، دانش، مهارت و بینش و یا در یک کلام داشتن خرد است.

همکاران محترم، همان‌طور که می‌دانید برنامه‌ریزی و تألیف کتابی که بتواند در کنار کتاب درسی ضمن توجه به واقعیت‌ها، هدف‌های اصیل و درست برنامه‌ی درسی را پشتیبانی کند و فعالیت‌های کلاس‌های درس شما را هدفمندتر، لذت‌بخش‌تر و آسان‌تر به پیش برد، نیاز به تعامل، تجربه، دانش و کوشش فراوانی دارد که مؤلف این کتاب به قدر وسع خود در این راه کوشیده است و همچون گذشته از سر ممت پذیرای نقد و پیشنهادهای شما برای بهبود کیفیت این کتاب و رفع لغزش‌های احتمالی آن است.

همکاران عزیز، در برنامه‌ریزی این کتاب به شیوه‌ای عمل شده است که آن را برای استفاده در کلاس در کنار کتاب درسی و همچنین فعالیت‌های خارج از کلاس درس نه تنها از جایگاه دانش‌آموزان، بلکه از منظر فعالیت‌های یک معلم نیز آسان کرده است. بدون تردید وضعیت کلاس‌های درس شما در نحوه‌ی استفاده از این کتاب تأثیر مستقیم دارد. در این کتاب تلاش شده است لوازم مورد نیاز برای آموزشی فعال مبتنی بر برنامه‌ی کتاب درسی برنامه‌ریزی و تألیف شود.

یکها ، کمیت‌های فیزیکی و بردارها



در این فصل:

استانداردها و یکها

دستگاه بین‌المللی یکها

پیشوندها و تبدیل یکها

بردارها و جمع برداری

آزمون تشریحی

آزمون چندگزینه‌ای

۱-۱ استانداردها و یکاها

در این بخش

هر عددی که برای توصیف کمی یک پدیده‌ی فیزیکی به کار می‌رود، **کمیت فیزیکی** نامیده می‌شود. هر کمیت فیزیکی را با یکاهای مخصوص خودش و از راه مقایسه با یک **استاندارد** اندازه‌گیری می‌کنیم. یکاهای اندازه‌گیری نباید تغییر کنند و دارای قابلیت باز تولید در مکان‌های مختلف باشند. به آن دسته از کمیت‌های فیزیکی که یکای آن‌ها به‌طور مستقل تعریف می‌شود، **کمیت اصلی** و یکاهای آن را **یکاهای اصلی** می‌نامند. به سایر کمیت‌هایی که یکای آن‌ها را به کمک قانون‌های فیزیکی و کمیت‌های اصلی تعریف می‌کنیم، **کمیت‌های فرعی** و یکاهای آن‌ها را **یکاهای فرعی** می‌نامند.

۲-۱ دستگاه بین‌المللی یکاها

در این بخش

دستگاه یکاهایی که دانشمندان علوم و مهندسان در سراسر جهان به کار می‌برند با نام دستگاه بین‌المللی یا SI خوانده می‌شود. زمان، طول و جرم از جمله کمیت‌های اصلی SI هستند. یکای زمان در SI ثانیه است و براساس عملکرد ساعت‌های اتمی تعیین می‌شود. یکای طول در SI متر است و برابر فاصله‌ای است که نور در بازه‌ی زمانی $\frac{1}{299792458}$ ثانیه در خلأ می‌پیماید. یکای جرم در SI کیلوگرم است و استاندارد جرم (1kg) در SI، جرم استوانه‌ای از جنس پلاتین - ایریدیوم است که در موزه‌ای در نزدیکی پاریس نگهداری می‌شود.

جرم پروتون 1.67×10^{-27} kg و جرم الکترون 9.11×10^{-31} kg است. جرم هر پروتون چند برابر الکترون است؟
حل: اگر جرم الکترون را با m_e و جرم پروتون را با m_p نشان دهیم، می‌توان نوشت:

$$\frac{m_p}{m_e} = \frac{1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}} \approx 1833$$

یعنی هر پروتون 1833 مرتبه از هر الکترون سنگین‌تر است و به این معنی است که بیش از ۹۹ درصد جرم هر اتم در هسته‌ی آن متمرکز است.

مثال حل شده



۴. سریع ترین رشد گیاه متعلق به گیاهی موسوم به *hesperoyucca* است که در ۱۴ روز، ۳/۷ m رشد می کند (شکل ۱-۱). این گیاه در هر ثانیه چه قدر رشد می کند؟



شکل ۱-۱

۳. سال ۱۳۸۶ (۲۰۰۷) به مناسبت هشتصدمین سال تولد جلال الدین محمد بلخی از طرف سازمان علمی فرهنگی یونسکو، سال مولانا نام گذاری شد. هشتصد سال چه کسری از سن زمین است؟ (از جدول ۱-۲ کتاب درسی استفاده کنید.)

۶. قدیمی ترین سنگ نوشته ی حقوق بشر که تا کنون یافت شده به حدود ۲۵۵۰ سال پیش باز می گردد که به فرمان کوروش، پادشاه ایران در دوره ی هخامنشیان نوشته شد (شکل ۱-۲). چند روز از آن زمان می گذرد؟



شکل ۱-۲

۵. در ۶g آب، 2×10^{23} عدد مولکول آب (H_2O) وجود دارد. جرم یک مولکول آب چند گرم است؟

۳-۱ پیشوندها و تبدیل یکها

در این بخش

در SI یکاهای بزرگ تر و کوچک تر با مضرب‌های 10^6 یا $\frac{1}{10^6}$ به یکاهای اصلی مربوط می‌شوند. بیت، یکای پایه یا بنیادی اطلاعات در رایانه و ارتباطات است. به دسته‌های ۸ تایی از بیت‌ها، بایت گفته می‌شود. برای تبدیل یکاها، از روشی به نام تبدیل زنجیره‌ای استفاده می‌کنیم. در این روش اندازه‌ی اولیه‌ی کمیت را در یک ضریب تبدیل ضرب می‌کنیم.

مثال حل شده

میکرومتر (μm) اغلب میکرون نامیده می‌شود. هر کیلومتر چند میکرون است؟
حل: با توجه به این که هر میکرون 10^{-6} m است داریم:

$$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m} = 10^3 \text{ m} \times \left(\frac{1 \mu\text{m}}{10^{-6} \text{ m}} \right) = 10^9 \mu\text{m}$$

مثال حل شده

نیم عمر یک هسته‌ی پرتوزا (رادیواکتیو) $1/5 \times 10^{-8} \text{ s}$ است. این نیم عمر بر حسب میلی ثانیه (ms)، میکرو ثانیه (μs)، نانو ثانیه (ns) و پیکو ثانیه (ps) چقدر است؟

حل:

$$1/5 \times 10^{-8} \text{ s} = 1/5 \times 10^{-8} \text{ s} \times \left(\frac{1 \text{ ms}}{10^{-3} \text{ s}} \right) = 1/5 \times 10^{-5} \text{ ms}$$

$$1/5 \times 10^{-8} \text{ s} = 1/5 \times 10^{-8} \text{ s} \times \left(\frac{1 \mu\text{s}}{10^{-6} \text{ s}} \right) = 1/5 \times 10^{-2} \mu\text{s}$$

$$1/5 \times 10^{-8} \text{ s} = 1/5 \times 10^{-8} \text{ s} \times \left(\frac{1 \text{ ns}}{10^{-9} \text{ s}} \right) = 15 \text{ ns}$$

$$1/5 \times 10^{-8} \text{ s} = 1/5 \times 10^{-8} \text{ s} \times \left(\frac{1 \text{ ps}}{10^{-12} \text{ s}} \right) = 15000 \text{ ps}$$

مثال حل شده

لوله‌ی یک ماشین آتش‌نشانی در هر دقیقه ۳۰۰ لیتر آب روی آتش می‌ریزد. این عدد را بر حسب m^3/s بیان کنید. هر لیتر برابر 1000 cm^3 است.

حل: ابتدا لیتر را بر حسب m^3 به دست می‌آوریم:

$$1 \text{ lit} = 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 \times \left(\frac{1 \text{ m}^3}{10^6 \text{ cm}^3} \right) = 10^{-3} \text{ m}^3$$

به این ترتیب 300 lit/min برابر است با:

$$300 \text{ lit / min} = 300 \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 5 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$



۱۰. یک میلیارد ثانیه‌ی دیگر شما چند سال مسن‌تر می‌شوید؟ (فرض کنید هر سال ۳۶۵ روز است).

۹. هر لیتر برابر $0/264$ گالون است. ۲۰ گالون چند لیتر و چند m^3 است؟

۱۲. چند اسکناس هزار تومانی را باید روی هم بگذارید تا به ماه برسد؟ آیا این کار ارزان‌تر از ساختن و فرستادن یک فضایما به ماه در می‌آید؟ (راهنمایی: ابتدا چند اسکناس هزار تومانی را روی هم بگذارید و ببینید چند اسکناس در 1mm جا می‌گیرد، هم چنین فاصله‌ی زمین تا ماه را 384000 کیلومتر بگیرید.)

۱۱. برچسب روی سس سالاد حجم محتوای آن را $0/473$ لیتر اعلام می‌کند. با توجه به این که $1\text{lit} = 10^3\text{cm}^3$ و $1\text{in} = 2/54\text{cm}$ است، این حجم را برحسب اینچ مکعب (in^3) بیان کنید. [اینچ (in) یکایی است که هنوز در بسیاری موارد به کار می‌رود].

۴-۱ بردارها و جمع برداری

در این بخش

دو کمیت برداری تنها وقتی با هم برابرند که دارای یک بزرگی و در یک جهت باشند. منفی یک بردار را به صورت برداری که دارای همان بزرگی بردار اصلی ولی در جهت مخالف آن است تعریف می‌کنیم. بزرگی یک بردار بنا بر تعریف یک کمیت نرده‌ای (یک عدد) و همواره مثبت است. جمع برداری از قانون تعویض پذیری پیروی می‌کند.

دو بردار A و B چه وضعیتی نسبت به هم داشته باشند تا:

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{C} \quad \text{و} \quad A + B = C \quad \text{(الف)}$$

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{C} \quad \text{و} \quad A^2 + B^2 = C^2 \quad \text{(ب)}$$

حل: الف) اگر دو بردار موازی و در یک جهت باشند این شرط برقرار است. (شکل ۱-۱۴ کتاب درسی را ببینید.)

ب) اگر دو بردار عمود بر یکدیگر باشند، این دو شرط برقرار است. (شکل ۱-۱۷ کتاب درسی را ببینید.)

مثال حل شده

بزرگی بردار \vec{A} ، برابر ۳ واحد و در جهت شمال به جنوب و بزرگی بردار B ، برابر ۵ واحد و در جهت غرب به شرق است. بزرگی و جهت بردارهای زیر را تعیین کنید.

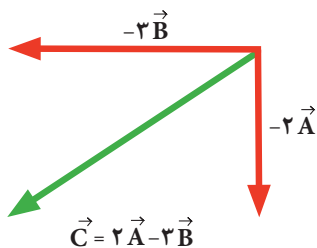
$$\vec{A} - 3\vec{A} \quad \text{(الف)}$$

$$2\vec{A} - 3\vec{B} \quad \text{(ب)}$$

$$3\vec{B} - \vec{A} \quad \text{(پ)}$$

حل: الف) بزرگی بردار $3A$ برابر ۹ واحد و جهت آن جنوب به شمال است.

ب) چون بردارهای \vec{A} و \vec{B} بر هم عمودند، بزرگی بردار $2A - 3B$ برابر است با:



شکل ۳-۱

$$C = \sqrt{4A^2 + 9B^2} = \sqrt{4 \times 9 + 9 \times 25} = 16 \quad \text{واحد}$$

جهت بردار برآیند، به طرف جنوب غربی است (شکل ۳-۱).

پ) بزرگی بردار $3B - A$ برابر است با:

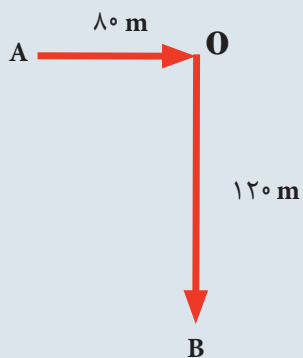
$$C = \sqrt{9B^2 + A^2} = \sqrt{9 \times 25 + 9} = 15 \quad \text{واحد}$$

جهت بردار برآیند به طرف شمال شرقی است. (چرا؟)

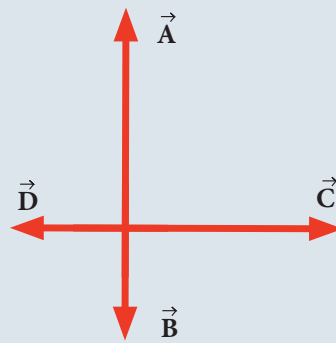
مثال حل شده



۱۹. شکل ۵-۱ چهار بردار عمود بر هم \vec{A} و \vec{B} و \vec{C} ، \vec{D} را نشان می‌دهد. اگر بزرگی این بردارها به ترتیب ۱۰، ۵، ۱۰ و ۵ باشد، بزرگی بردار برابری آن‌ها چند واحد است؟



شکل ۶-۱



شکل ۵-۱

.....

.....

.....

.....

.....

.....



آزمون تشریحی فصل ۱

۱- گاليله در سال ۱۵۸۱، در حالی که دانشجوی دانشگاه پیزا در ایتالیا بود، توجه‌اش به ثابت بودن زمان نوسان چلچراغ کلیسا جلب شد و مدت زمان نوسان آن را به کمک نبض خود اندازه‌گیری کرد. توضیح دهید آیا ضربان نبض می‌تواند معیار مناسبی برای اندازه‌گیری زمان باشد؟

۲- توصیف کنید که چگونه می‌توانید ضخامت یک ورقه‌ی کاغذ را با یک خط‌کش معمولی که تا میلی‌متر مدرج شده است، اندازه‌بگیرید.

۳- چند یکای مختلف حجم را نام ببرید. فرض کنید دانش‌آموزی اظهار می‌کند که حجم استوانه‌ای به شعاع r و ارتفاع h از رابطه‌ی $\pi r^3 h$ به دست می‌آید. توضیح دهید که چرا این گفته نمی‌تواند صحیح باشد.

۴- تفاوت بین کمیت‌های برداری و نرده‌ای را بنویسید و برای هر یک مثالی بزنید.

۵- تبدیل‌های زیر را انجام دهید.

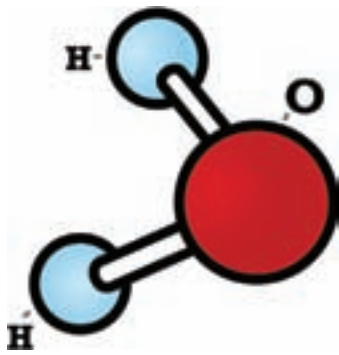
الف) $2/3 \times 10^6 \text{ km} = \dots\dots\dots \text{ m} = \dots\dots\dots \text{ mm} = \dots\dots\dots \text{ nm}$

ب) $4 \times 10^3 \text{ ps} = \dots\dots\dots \text{ ns} = \dots\dots\dots \text{ ms} = \dots\dots\dots \text{ s}$

پ) $2/4 \times 10^{-3} \text{ TB} = \dots\dots\dots \text{ GB} = \dots\dots\dots \text{ MB} = \dots\dots\dots \text{ kB}$

۶- براین دو بردار عمود بر هم \vec{A} و \vec{B} برابر 4° واحد است. اگر $4A=3B$ باشد، A چند واحد است؟

۷- اگر $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = 0$ و بزرگی سه بردار یکسان و برابر 2° واحد باشد، در این صورت بزرگی $(\vec{A} + \vec{B} - \vec{C})$ چند واحد است؟



شکل ۷-۱

۸- هر یک مول اتم از هر عنصری شامل $6/02 \times 10^{23}$ اتم است. مثلاً تعداد مولکول‌های یک مول آب (یعنی ۱۸ گرم آب) برابر $6/02 \times 10^{23}$ عدد است (شکل ۷-۱). اگر پردازنده‌ی رایانه‌ای بتواند در هر ثانیه $3/6$ میلیارد از اتم‌های این مقدار آب را بشمارد، چه مدت طول می‌کشد تا این رایانه همه‌ی مولکول‌های یک مول آب را بشمارد؟ پاسخ خود را بر حسب سال بیان کنید. (هر یک سال $3/1 \times 10^7$ ثانیه است.)

۹- جمع بردارهای نشان داده شده در شکل ۸-۱ را به‌طور جداگانه به دست آورید و بردار برابری را در هر حالت رسم کنید.

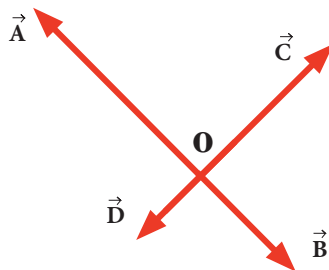


شکل ۸-۱

۱۰- جرم هر سانتی‌متر مکعب طلا $19/32$ گرم است. از آن‌جا که طلا فلزی بسیار شکل‌پذیر است، می‌تواند به صورت یک برگه‌ی نازک یا یک رشته‌ی نازک درآید. الف) اگر نمونه‌ای از طلا به جرم $27/62$ g به صورت برگه‌ای با ضخامت یک میکرون درآید، مساحت برگه چه قدر است؟

ب) اگر این نمونه، به صورت یک رشته‌ی استوانه‌ای به شعاع $2/5$ میکرون درآید، طول این رشته چه قدر است؟

۱۱- شکل ۹-۱ چهار بردار عمود بر هم را نشان می‌دهد که نقطه‌ی O ابتدای آن‌ها است. بزرگی برابری این چهار بردار چند واحد است؟ بزرگی هر یک از بردارهای \vec{A} ، \vec{B} ، \vec{C} و \vec{D} به ترتیب برابر ۱۲، ۴، ۸ و ۲ واحد است.



شکل ۹-۱



آزمون چند گزینه‌ای فصل ۱

- ۱- سال نوری یکای کدام یک از کمیت‌های زیر است؟
 الف) زمان ب) طول پ) سرعت
- ۲- $2Gs$ برابر با چند میلی ثانیه است؟
 الف) 2×10^9 ب) 2×10^{-9} پ) 2×10^{12} ت) 2×10^{-12}
- ۳- عامل تبدیل km/h به m/s کدام است؟
 الف) $3/6$ ب) $\frac{10}{36}$ پ) 360 ت) $\frac{1000}{36}$
- ۴- فرض کنید a و b دو کمیت فیزیکی با یکاهای متفاوت باشند. کدام یک از گزینه‌های زیر از لحاظ فیزیکی با معنا است؟
 الف) $a+b$ ب) $a-b$ پ) $\frac{a}{b}$
- ۵- برآیند دو بردار هنگامی کمینه است که زاویه‌ی بین آن‌ها درجه باشد.
 الف) صفر ب) 90° پ) 180°
- ۶- در صورتی دو رابطه‌ی $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$ و $A + B = C$ برقرار است که بردارهای \vec{A} و \vec{B} :
 الف) موازی و بر خلاف جهت هم باشند.
 ب) موازی و در جهت هم باشند.
 پ) بر هم عمود باشند.
- ۷- بزرگی بردار \vec{A} برابر $4m$ و در جهت شمال به جنوب است. بزرگی و جهت بردار جابه‌جایی $\vec{B} = -3\vec{A}$ چگونه است؟
 الف) $12m$ ، شمال به جنوب ب) $12m$ ، جنوب به شمال
 پ) $12m$ ، شمال به جنوب ت) $12m$ ، جنوب به شمال
- ۸- دو بردار \vec{A} و \vec{B} بر هم عمودند و برآیند آن‌ها با بردار \vec{B} زاویه 45° درجه می‌سازد. اگر بزرگی بردار \vec{B} برابر 12 واحد باشد، بزرگی بردار \vec{A} چند واحد است؟
 الف) 6 ب) 12 پ) $6\sqrt{2}$ ت) $12\sqrt{2}$
- ۹- بزرگی برآیند دو بردار عمود بر هم a و $a\sqrt{3}$ کدام است؟
 الف) $\sqrt{2}a$ ب) $2a$ پ) $(1+\sqrt{3})a$ ت) $4a$
- ۱۰- در رابطه‌ی $x = \frac{1}{2}ct^2$ یکای x بر حسب متر و یکای t بر حسب ثانیه است. یکای c کدام است؟
 الف) ms^2 ب) ms پ) ms^{-1} ت) ms^{-2}

بار الکتریکی و میدان الکتریکی

۲



در این فصل:

- بار الکتریکی
- خواص الکتریکی ماده
- باردار ساختن ماده
- قانون کولن
- میدان الکتریکی
- انرژی پتانسیل الکتریکی
- خازن
- آزمون تشریحی
- آزمون چند گزینه‌ای

۱-۲ بار الکتریکی

در این بخش

به طور دقیق دو نوع بار الکتریکی وجود دارد. بنجامین فرانکلین در قرن هجدهم پیشنهاد کرد که این دو نوع بار را مثبت و منفی بنامیم، و این نام گذاری هنوز به کار می رود. دو بار مثبت یا دو بار منفی یکدیگر را دفع می کنند. یک بار مثبت و یک بار منفی یکدیگر را می ربایند.

ساختار اتم را می توان بر حسب سه ذره توصیف کرد: الکترون با بار منفی، پروتون با بار مثبت و نوترون بدون بار. پروتون ها و نوترون ها در هسته ی اتم قرار دارند و الکترون ها گرداگرد هسته می چرخند. اگر یک یا چند الکترون از اتم جدا شود، ساختار به جا مانده با بار مثبت را یون مثبت می نامند. یک یون منفی اتمی است که یک یا چند الکترون اضافی به دست آورده است.

هنگامی که در یک جسم، شمار کل پروتون ها با شمار کل الکترون ها برابر باشد، بار کل صفر است و جسم از نظر الکتریکی خنثا است.

در هر فرایند باردهی، باری خلق یا نابود نمی شود؛ بلکه صرفاً از جسمی به جسم دیگر انتقال می یابد. پایستگی بار الکتریکی یک قانون پایستگی جهانی شناخته می شود. هیچ گواه تجربی در خصوص نقض این اصل هرگز مشاهده نشده است.

مثال حل شده

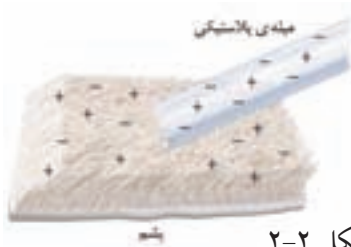


شکل ۱-۲

شکل ۱-۲ وضعیت دو بادکنک باردار را نسبت به یکدیگر نشان می دهد. در خصوص بار این بادکنک ها چه می توان گفت؟

پاسخ: چون دو بادکنک به طرف یکدیگر جذب شده اند، بار آنها ناهم نام است.

مثال حل شده



شکل ۲-۲

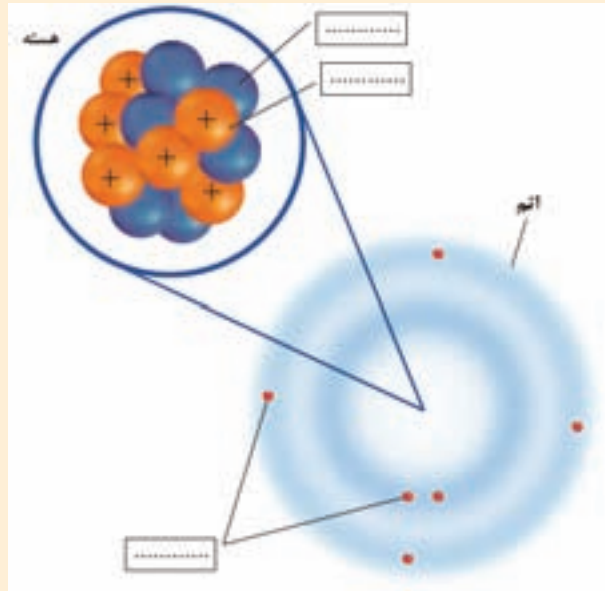
شکل ۲-۲ یک تکه پارچه ی پشمی و یک میله ی شیشه ای را پس از مالش به یکدیگر نشان می دهد. اگر بار الکتریکی میله ی پلاستیکی پس از مالش ۱۹/۲ میکرو کولن شود، چه تعداد الکترون از پارچه ی پشمی جدا شده است؟

حل: با توجه به قانون پایستگی بار، الکترون هایی که از پارچه ی پشمی در حین مالش با میله ی پلاستیکی جدا شده اند، از بین نرفته اند بلکه به میله ی پلاستیکی منتقل شده اند. به این ترتیب با توجه به رابطه ی $Q = ne$ ، تعداد الکترون هایی که از پارچه ی پشمی جدا شده اند، برابر است با:

$$19/2 \times 10^{-6} \text{ C} = n(1/6 \times 10^{-19} \text{ C}) \Rightarrow n = 12 \times 10^{13} \text{ الکترون}$$



- ۵. شکل ۲-۶ ساختمان یک اتم را نشان می دهد.
- جاهای خالی را در این شکل با واژه های مناسب پر کنید.
- ۶. جرم تقریبی اجزای سازنده ی اتم به شرح زیر است:
- $1/6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ = جرم پروتون
- $1/6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ = جرم نوترون
- $1/1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ = جرم الکترون
- با توجه به شکل ۲-۶ و همچنین داده های بالا، عبارت های زیر را کامل کنید.
- بیش از ۹۹ درصد جرم اتم در قرار دارد.
- بیش تر حجم اتم به طور پراکنده ای توسط اشغال شده است.



شکل ۲-۶

خواص الکتریکی مواد

۲-۲

تعداد بسیار زیادی الکترون آزاد در هر رسانا وجود دارد که به راحتی درون رسانا حرکت می کنند. فلزها (مانند مس)، بدن انسان و آب آشامیدنی مثال هایی از رسانا هستند. نارساناها، که عایق نیز خوانده می شوند، موادی هستند که تعداد الکترون های آزاد آنها بسیار اندک است و نمی توانند در آنها به آزادی حرکت کنند. لاستیک، پلاستیک، شیشه و آبی که از لحاظ شیمیایی خالص است مثال هایی از عایق هستند. ماده ای را که بتوان واداشت تا گاهی به صورت عایق رفتار کند و گاهی به صورت رسانا، نیم رسانا می نامند. موادی که در دماهای کم مقاومت الکتریکی آنها از بین می رود و مقاومت آنها در برابر عبور جریان صفر می شود، ابررسانا نامیده می شوند.

در این بخش

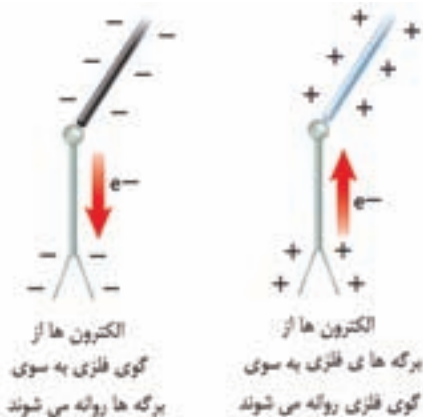
الکتروسکوپ یا برق‌نما ابزار ساده‌ای متشکل از یک گوی فلزی است که توسط میله‌ی رسانایی به دو برگه‌ی فلزی نازک متصل شده است (شکل ۲-۷). این دو برگه برای محافظت از آشفتگی‌های هوا در شیشه قرار گرفته‌اند.



شکل ۲-۷

الف) وقتی جسم بارداری را به گوی فلزی نزدیک کنیم یا تماس دهیم، برگه‌های که معمولاً آویزان‌اند از هم دور می‌شوند، چرا؟

ب) الکتروسکوپ‌ها نه تنها آشکارساز بار الکتریکی‌اند، بلکه برای اندازه‌گیری نوع بار نیز به کار می‌روند. توضیح دهید چگونه می‌توان این کار را انجام داد.

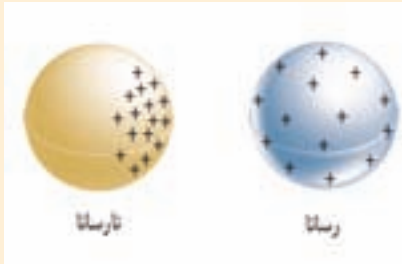


شکل ۲-۸

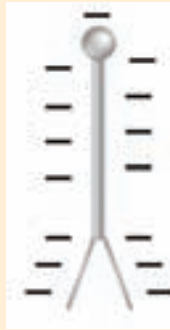
ب) اگر جسمی را به گوی فلزی یک الکتروسکوپ نزدیک کنیم و وضعیت برگه‌های فلزی نسبت به یکدیگر تغییر کند، جسم دارای بار الکتریکی است. همچنین اگر الکتروسکوپ بارداری (با نوع بار مشخص) در اختیار داشته باشیم به سادگی می‌توان نوع بار یک جسم را به کمک آن تشخیص داد. برای مثال اگر الکتروسکوپ دارای بار مثبت باشد، در این صورت اگر جسم بارداری را به گوی فلزی نزدیک کنیم و برگه‌ها از یکدیگر دور شوند، نشان می‌دهد که نوع بار جسم مشابه نوع بار الکتروسکوپ، یعنی مثبت است. چنانچه برگه‌ها به یکدیگر نزدیک‌تر شوند، نوع بار جسم منفی است.



- ۸. شکل ۲-۱۰ نحوه‌ی توزیع بار روی دو جسم رسانا و نارسانا را نشان می‌دهد. توضیح دهید چرا بارهای یک رسانا روی تمام سطح آن توزیع می‌شوند در حالی که در یک نارسانا تنها در بخش باردار شده باقی می‌مانند.



شکل ۲-۱۰



شکل ۲-۹

- ۷. شکل ۲-۹ بخشی از یک الکتروسکوپ دارای بار منفی را نشان می‌دهد. الف) اگر یک جسم باردار منفی را به گوی فلزی نزدیک کنیم، چه اتفاقی برای برگه‌های فلزی می‌افتد؟ ب) اگر جسم باردار، دارای بار مثبت باشد، چه طور؟

۳-۲ باردار ساختن ماده

در این بخش

علاوه بر مالش دو جسم به یکدیگر، به روش تماس نیز می‌توان اجسام را باردار کرد. روش دیگر برای باردار ساختن یک جسم، روش القایی است. در باردار کردن القایی، نوع بار جسم باردار شده مخالف بار جسم باردار کننده است. هرگاه مراکز بارهای مثبت و منفی اتم یا مولکول روی هم منطبق نباشند، اتم یا ملکول قطبیده است. اجسام رسانا را به سادگی می‌توان به روش القایی باردار کرد.

مثال حل شده

دو کره‌ی فلزی مشابه A و B که روی پایه‌های عایقی قرار دارند به ترتیب دارای بار الکتریکی $+4\text{ mC}$ و -7 mC هستند. این دو کره را توسط پایه‌های عایق آن‌ها گرفته و با یکدیگر تماس می‌دهیم. پس از تماس بار هر کره چه قدر است؟

حل: پس از تماس دو کره با یکدیگر، در بار الکتریکی یکدیگر شریک می‌شوند. چون دو کره مشابه‌اند، پس از تماس بار هر دو کره یکسان و برابر است با:

$$q = \frac{(+4\text{ mC}) + (-7\text{ mC})}{2} = -1/2\text{ mC}$$

به عبارت دیگر بار هر کره پس از تماس برابر $-1/2\text{ mC}$ خواهد بود.

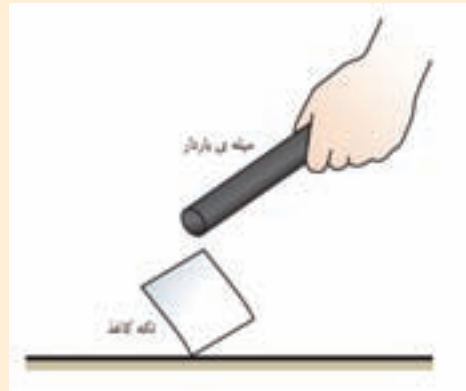


- ۱۱. وقتی یک میله‌ی باردار را به یک تکه‌ی کوچک کاغذ بدون بار نزدیک کنیم، به طرف آن جذب می‌شود (شکل ۲-۱۲). توضیح دهید چرا.
- ۱۲. دو کره‌ی موازی مشابه A و B که هر یک روی پایه‌ی عایقی قرار دارند، با یکدیگر در تماس‌اند. میله‌ای پلاستیکی با بار منفی، مطابق شکل ۲-۱۳ نزدیک کره‌ی A آورده شده است.



شکل ۲-۱۳

- الف) میله‌ی باردار چه تأثیری بر الکترون‌های آزاد کره‌های A و B دارد؟
- ب) اگر هنگامی که میله‌ی باردار نزدیک کره‌ی A است، کره‌ها را توسط پایه‌های عایق آن‌ها از هم جدا کنیم، کره‌ها چه تفاوتی با هم خواهند داشت؟
- پ) چه ترتیبی باید اتخاذ کرد تا کره‌های A و B به‌طور برابر دارای بار مثبت شوند.



شکل ۲-۱۲

.....

.....

قانون کولن

۴-۲

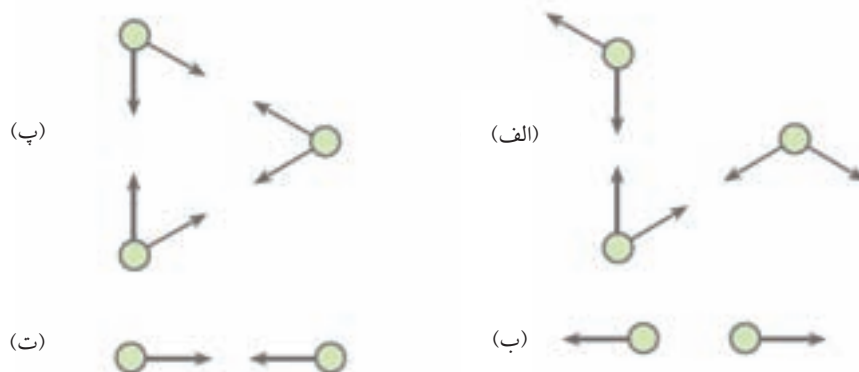
در این بخش

قانون حاکم بر ربایش و رانش بارهای الکتریکی نقطه‌ای را اولین بار کولن فیزیک‌دان فرانسوی در سال ۱۷۸۴ پس از آزمایش‌های زیاد به‌طور کمی به دست آورد. بزرگی نیروی وارد بر هر یک از ذره‌های باردار بنا به قانون کولن از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

قانون کولن تنها برای اجسام باردار که اندازه‌ی آن‌ها خیلی کوچک‌تر از فاصله‌ی میان آن‌ها باشد صادق است. به عبارت دیگر این قانون فقط در مورد بارهای نقطه‌ای با حالتی که بیان شد برقرار است. جهت نیروهایی که دو بار بر یکدیگر وارد می‌کنند همواره در راستای خطی است که آن‌ها را به هم متصل می‌کند. هنگامی که بارهای q_1 و q_2 هم علامت باشند، یعنی هر دو مثبت یا هر دو منفی باشند نیروها دافعه‌اند؛ هنگامی که بارها علامت مخالف دارند، نیروها جاذبه‌اند.

در شکل ۱۴-۲ جهت نیروی بین بارهای الکتریکی نقطه‌ای نشان داده شده است. با توجه به جهت نیروها، آیا می‌توانید نوع هر یک از بارهای نقطه‌ای را تعیین کنید؟ اگر نه توضیح دهید.



شکل ۱۴-۲

پاسخ: در شکل (الف)، دو باری که یکدیگر را می‌رانند دارای بار موافق‌اند (هر دو مثبت یا هر دو منفی). در شکل (ب)، امکان ندارد که بارهای الکتریکی به این صورت به یکدیگر نیرو وارد کنند. در شکل (پ)، بارها دارای علامت موافق‌اند. در شکل (ت) علامت دارای بار مخالف‌اند.

دو بار نقطه‌ای $q_1 = 3\mu\text{C}$ و $q_2 = -4\mu\text{C}$ در فاصله‌ی از یکدیگر واقع‌اند. بزرگی نیرویی که دو ذره به یکدیگر وارد می‌کنند و نوع آن را تعیین کنید.

حل: با توجه به قانون کولن بزرگی نیروی بین دو بار نقطه‌ای برابر است با:

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} = (9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2) \frac{(3 \times 10^{-6} \text{ C})(-4 \times 10^{-6} \text{ C})}{(6 \times 10^{-2})^2} = 3 \times 10^{-2} \text{ N}$$

چون بارها دارای علامت مخالف‌اند، نیروی بین آن‌ها جاذبه است.



۱۵. فاصله‌ی دو پروتون در هسته‌ی اتم آهن تقریباً $m \times 10^{-15} \times 4$ است. بزرگی نیروی الکتریکی میان این دو ذره چه قدر است؟
۱۶. بار نقطه‌ای $+q$ در مبدأ مختصات، $x=0$ ، و بار نقطه‌ای $-q$ در نقطه‌ی $x=a$ واقع شده است. بزرگی نیرویی که این دو بار به هم وارد می‌کنند F است. اگر بار نقطه‌ای $+q$ دیگری در نقطه‌ی $x=-a$ قرار داده شود، برآیند نیروهای وارد شده به باری که در مبدأ قرار دارد، چگونه است؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۵-۲ میدان الکتریکی

در این بخش

هر جسم باردار، یک میدان الکتریکی در تمام نقاط اطراف خود ایجاد می‌کند. این میدان می‌تواند بر هر جسم باردار دیگری که در این فضا قرار می‌گیرد نیروی الکتریکی وارد کند.

نیروی الکتریکی بر یک جسم باردار توسط میدان الکتریکی‌ای که به وسیله‌ی جسم‌های باردار دیگر ایجاد شده است وارد می‌شود.

میدان الکتریکی در یک نقطه‌ی معین برابر است با نیروی الکتریکی به ازای واحد بار، یعنی:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

یکای میدان الکتریکی در SI، نیوتون بر کولن (N/C) است.

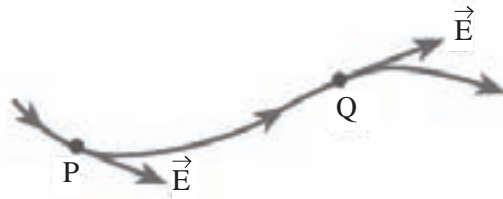
بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک بار نقطه‌ای q در فاصله‌ی r از آن، از رابطه‌ی $E = k \frac{|q|}{r^2}$ به دست می‌آید.

بنا به تعریف جهت میدان الکتریکی یک بار نقطه‌ای همواره به دور از یک بار مثبت و به سوی یک بار منفی است.

بزرگی و جهت میدان الکتریکی در بعضی وضعیت‌ها در همه‌ی جای درون یک ناحیه‌ی معین دارای یک مقدارند. در این صورت می‌گوییم میدان الکتریکی در این ناحیه یکنواخت است.

یک روش مفید توصیف میدان الکتریکی استفاده از مفهوم خط‌های میدان است. در جایی که خط‌های میدان نزدیک یکدیگرند، بزرگی میدان بیش‌تر و در جایی که دور از هم هستند بزرگی میدان کوچک‌تر است.

شکل ۲-۱۶ کدام یک از ویژگی‌های خط‌های میدان الکتریکی را نشان می‌دهد؟

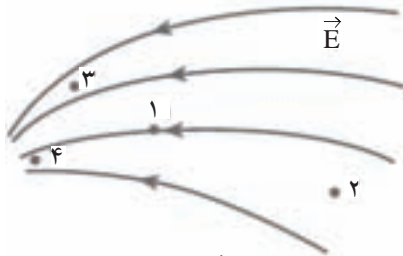


شکل ۲-۱۶

پاسخ: مماس بر خط میدان در هر نقطه، در جهت بردار میدان الکتریکی در آن نقطه است.

مثال حل شده

بزرگی میدان الکتریکی را در هر یک از نقطه‌های ۱ تا ۴ با هم مقایسه کنید.

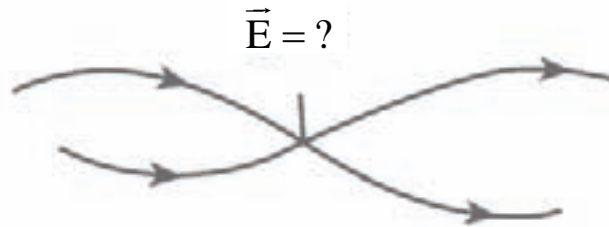


شکل ۲-۱۷

پاسخ: میدان الکتریکی در نقطه‌ی ۴ بیش‌ترین و در نقطه‌ی ۲ کم‌ترین بزرگی را دارد. هم‌چنین بزرگی میدان در نقطه‌ی ۳ از نقطه‌ی ۱ بیش‌تر است.

مثال حل شده

شکل ۲-۱۸ به کدام یک از ویژگی‌های خط‌های میدان الکتریکی اشاره دارد؟ این موضوع چه ارتباطی با « $\vec{E} = ?$ » که روی شکل آمده است، دارد؟ توضیح دهید.



شکل ۲-۱۸

پاسخ: این شکل به این موضوع اشاره دارد که خط‌های میدان الکتریکی یکدیگر را قطع نمی‌کنند، زیرا در این صورت بار نقطه‌ای q که در محل تقاطع دو خط میدان قرار می‌گیرد، مشخص نیست که باید در جهت کدام یک از خط‌های میدان به آن نیرو وارد شود و حرکت کند. و نوشتن « $\vec{E} = ?$ » روی شکل نیز به همین موضوع اشاره دارد.

مثال حل شده

در فاصله‌ی 0.1mm از یک بار نقطه‌ای، بزرگی میدان الکتریکی 45000 N/C است. مقدار بار الکتریکی چه قدر است؟

حل: با توجه به رابطه‌ی $E = k \frac{|q|}{r^2}$ داریم:

$$45000\text{ N/C} = (9 \times 10^9\text{ N.m}^2/\text{C}^2) \frac{|q|}{(0.1 \times 10^{-3}\text{ m})^2}$$

در نتیجه بزرگی بار برابر است با:

$$|q| = 5 \times 10^{-14}\text{ C}$$

بزرگی میدان الکتریکی ناشی از بار q در محلی که بار الکتریکی نقطه‌ای $+8\text{ }\mu\text{C}$ قرار دارد، برابر $5 \times 10^4\text{ N/C}$ است. بزرگی نیرویی که از طرف این میدان بر بار $+8\text{ }\mu\text{C}$ وارد می‌شود، چه قدر است؟

حل: با توجه به رابطه‌ی $E = \frac{F}{q_0}$ داریم:

$$F = q.E = (8 \times 10^{-6}\text{ C})(5 \times 10^4\text{ N/C}) = 0.4\text{ N}$$

ذره‌ای دارای بار الکتریکی -3 nC است.

الف) بزرگی و جهت میدان الکتریکی ناشی از این ذره را در نقطه‌ای که 0.25 m درست در بالای آن قرار دارد، بیابید.

ب) میدان الکتریکی این ذره در چه فاصله‌ای از آن دارای بزرگی 12 N/C است؟

حل: الف) بزرگی میدان الکتریکی برابر است با:

$$E = k \frac{|q|}{r^2} = (9 \times 10^9\text{ N.m}^2/\text{C}^2) \frac{|-3 \times 10^{-9}\text{ C}|}{(0.25\text{ m})^2} = 432\text{ N/C}$$

جهت میدان مطابق شکل ۱۹-۲ به طرف بار منفی است.



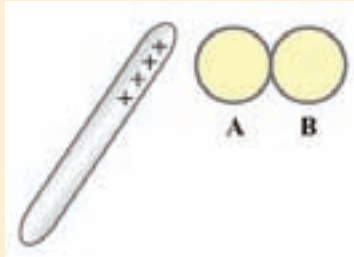
ب) دوباره با توجه به رابطه‌ی $E = k \frac{|q|}{r^2}$ داریم:

$$12\text{ N/C} = (9 \times 10^9\text{ N.m}^2/\text{C}^2) \frac{3 \times 10^{-9}\text{ C}}{r^2}$$

$$r^2 = \frac{4}{9}\text{ m}^2 \Rightarrow r = \frac{2}{3}\text{ m}$$



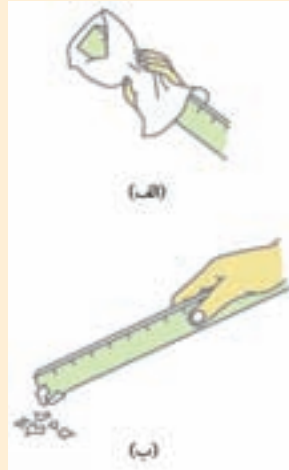
۱۸. کره‌های فلزی A و B مشابه و در ابتدا بدون بار و با یکدیگر در تماس‌اند. با نزدیک کردن میله‌ی باردار مثبت (بدون تماس) به کره‌ی A مطابق (شکل ۲۱-۲) الف) توزیع بار الکتریکی روی هر کره را رسم کنید و نوع بار هر کره را نام ببرید.
ب) کدام ویژگی میله‌ی باردار سبب این وضعیت شده است؟



شکل ۲۱-۲

پ) اگر میله‌ی باردار را از سمت راست به کره‌ی B نزدیک کنیم، پرسش الف را دوباره پاسخ دهید.

۱۷. یک خط‌کش پلاستیکی را با پارچه‌ی پشمی مالش دهید (شکل ۲۰-۲ الف) و آن را به خرده‌های کاغذ نزدیک کنید (شکل ۲۰-۲ ب).



شکل ۲۰-۲

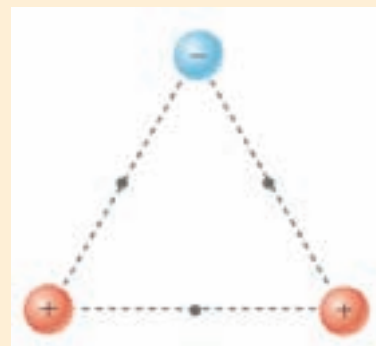
آنچه را که با انجام این فعالیت ساده مشاهده می‌کنید، با توجه به مفهوم میدان الکتریکی شرح دهید.

۲۰. شکل ۲۳-۲ خط‌های میدان الکتریکی را در ناحیه‌ای از فضا نشان می‌دهد. بردار میدان الکتریکی را در هر یک از نقطه‌های روی شکل رسم کنید.



شکل ۲۳-۲

۱۹. بردار میدان الکتریکی برآیند ناشی از بارهای نقطه‌ای را در هر یک از نقطه‌های مشخص شده در شکل ۲۲-۲ رسم کنید. توجه کنید طول هر بردار باید نشان دهنده‌ی بزرگی میدان برآیند باشد.



شکل ۲۲-۲

۶-۲ انرژی پتانسیل الکتریکی

در این بخش

انرژی‌ای که هر جسم باردار به واسطه‌ی مکانش نسبت به یک جسم باردار دیگر به دست می‌آورد، انرژی پتانسیل الکتریکی نامیده می‌شود.

انرژی پتانسیل الکتریکی به ازای واحد بار را پتانسیل الکتریکی می‌نامند و از رابطه‌ی $V = U/q$ به دست می‌آید.

اختلاف پتانسیل یا ولتاژ دو نقطه نسبت به یکدیگر از رابطه‌ی $\Delta V = \Delta U/q$ به دست می‌آید و یکای آن ژول بر کولن است که ولت نامیده می‌شود.

اگر از جسم باردار مثبتی دور شویم پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و اگر به آن نزدیک شوی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد. این موضوع برای جسم باردار منفی برعکس است.

به طور کلی اگر در جهت خط‌های میدان الکتریکی حرکت کنیم پتانسیل الکتریکی کاهش و اگر بر خلاف جهت خط‌های میدان حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.

بار الکتریکی $q = +2\mu\text{C}$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = 10\text{V}$ به نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_2 = -40\text{V}$ جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی این بار چند ژول است و چگونه تغییر می‌کند؟

حل: با توجه به رابطه‌ی $\Delta V = \Delta U/q$ داریم:

$$(-40\text{V}) - (10\text{V}) = \frac{\Delta U}{2 \times 10^{-6}\text{C}} \Rightarrow \Delta U = -10^{-4}\text{J}$$

چون پتانسیل الکتریکی نقطه‌ی ۲ نسبت به نقطه‌ی ۱ کاهش یافته است، ذره‌ی باردار در جهت خط‌های میدان حرکت کرده است.

مثال حل شده

پایانه‌ی مثبت باتری ۲۴ ولتی یک کامیون را به زمین وصل کرده‌ایم. پتانسیل الکتریکی پایانه‌ی منفی آن در هر یک از دو حالت زیر چند ولت می‌شود؟

(الف) پتانسیل الکتریکی زمین صفر فرض شود.

(ب) پتانسیل الکتریکی زمین $+1000\text{V}$ فرض شود.

حل: الف)

$$\Delta V = V_+ - V_- \Rightarrow 24\text{V} = 0 - V_- \Rightarrow V_- = -24\text{V}$$

ب)

$$\Delta V = V_+ - V_- \Rightarrow 24\text{V} = 1000 - V_- \Rightarrow V_- = -976\text{V}$$

مثال حل شده

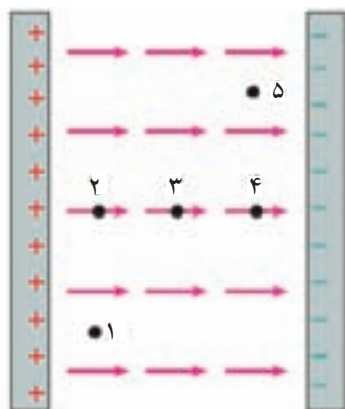
بار الکتریکی $+q$ سه مسیر متفاوت را روی خط راست درون میدان الکتریکی یکنواخت طی می کند (شکل ۲-۲۷).

مسیر اول: از ۲ به ۳ به ۴

مسیر دوم: از ۱ به ۲ به ۳ به ۴ به ۵

مسیر سوم: از ۱ به ۳ به ۵

برای هر مسیر به طور جداگانه پتانسیل الکتریکی را در نقطه‌هایی که بار $+q$ از آن‌ها می‌گذرد با یکدیگر مقایسه کنید.



شکل ۲-۲۷

پاسخ: در مسیر اول با حرکت بار $+q$ از نقطه‌ی ۲ به ۳ و سپس به ۴ پتانسیل الکتریکی همواره رو به کاهش است.

در مسیر دوم با حرکت بار از نقطه‌ی ۱ به ۲ پتانسیل الکتریکی تغییری نمی‌کند ولی با حرکت از ۲ به ۳ به ۴ پتانسیل رو به کاهش و از ۴ به ۵ پتانسیل تغییری نمی‌کند.

در مسیر سوم از نقطه‌ی ۱ به ۳ و سپس از ۳ به ۵ پتانسیل الکتریکی دائماً رو به کاهش است.

مثال حل شده

در یک باتری اتومبیل با ولتاژ $12V$ ، هرگاه بار الکتریکی $q = -2C$ از پایانه‌ی منفی تا پایانه‌ی مثبت جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟

حل: با توجه به رابطه‌ی $\Delta V = \Delta U / q$ داریم:

$$\Delta U = q\Delta V = (-2C)(12V) = -24J$$

به عبارت دیگر با جابه‌جا شدن بار $-2C$ از پایانه‌ی منفی به طرف پایانه‌ی مثبت انرژی آن به اندازه‌ی 24 ژول کاهش یافته است.

مثال حل شده

۷-۲ خازن

در این بخش

خازن‌ها وسیله‌های برای ذخیره‌ی انرژی الکتریکی هستند و می‌توانند انرژی ذخیره شده را در مدت کوتاهی در اختیار مدار قرار دهند.

ساده‌ترین نوع خازن، خازن با صفحه‌های موازی است که به آن خازن تخت یا مسطح گفته می‌شود. این صفحه‌ها، رسانا و در فاصله‌ی اندکی از یکدیگر قرار گرفته‌اند، اما با هم تماس ندارند.

صفحه‌های خازن هنگام باردار شدن یا شارژ شدن دارای بار مساوی و با علامت مخالف‌اند. صفحه‌ی مثبت به پایانه‌ی مثبت و صفحه‌ی منفی به پایانه‌ی منفی باتری وصل است.

فرایند شارژ شدن یک خازن وقتی تکمیل می‌شود که ولتاژ دو صفحه‌ی خازن با ولتاژ پایانه‌های باتری برابر شود.

هر خازن دارای ظرفیت معینی است که تنها به شکل هندسی صفحه‌های آن و ماده‌ی دی‌الکتریکی که بین صفحه‌های آن قرار می‌گیرد بستگی دارد.

ظرفیت یک خازن C با رابطه‌ی $C = Q / \Delta V$ به کمیت‌های Q و ΔV مرتبط می‌شود.

یکای ظرفیت خازن کولن بر ولت است که فاراد (F) نامیده می‌شود. فاراد یکای بزرگی است به طوری که ظرفیت بیش‌تر خازن‌ها از مرتبه‌ی میکروفاراد و نانوفاراد است.

خازن شارژ شده هنگامی تخلیه (دشارژ) می‌شود که دو صفحه‌ی رسانای آن توسط یک سیم رسانا به یکدیگر وصل شوند.

ظرفیت یک خازن تخت که مساحت هر صفحه‌ی آن A و به فاصله‌ی d از یکدیگر واقع‌اند از رابطه‌ی $C = \epsilon_0 A / d$ به دست می‌آید که در آن ϵ_0 ، ثابت گذر دهی خلأ نامیده می‌شود.

به دو سر یک خازن $100 \mu C$ اختلاف پتانسیل $24 V$ توسط یک باتری اعمال می‌کنیم. بار ذخیره شده در خازن چه قدر است؟

حل: با استفاده از رابطه‌ی $C = Q / \Delta V$ داریم:

$$Q = C \Delta V = (100 \times 10^{-6} F)(24 V) = 24 \times 10^{-4} C$$

مثال حل شده

بار ذخیره شده در خازنی که توسط یک باتری ۱۲ ولتی باردار شده است $14 \mu\text{C}$ است. پس از مدتی حدود $C \mu\text{C}$ بار خازن به دلیل نشت، کاهش می‌یابد و بار آن به $10 \mu\text{C}$ می‌رسد. ولتاژ خازن در این حالت چقدر است؟
حل: با توجه به رابطه $C = Q / \Delta V$ ظرفیت خازن را که همواره مقداری ثابت و مستقل از بار و ولتاژ است به دست می‌آوریم.

$$C = \frac{14 \times 10^{-6} \text{ C}}{12 \text{ V}} = \frac{7}{6} \times 10^{-6} \text{ F}$$

ولتاژ دو سر خازن پس از کاهش بار برابر است با:

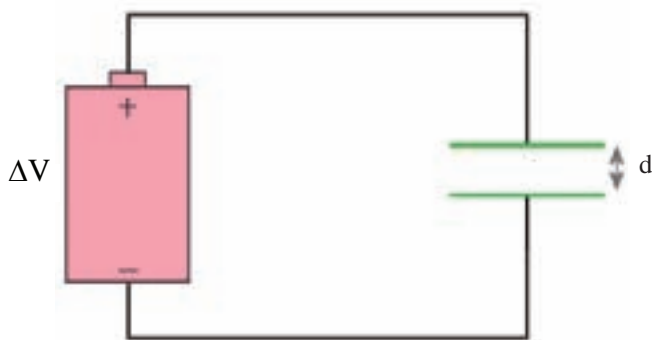
$$C = \frac{Q'}{\Delta V'} \Rightarrow \Delta V' = \frac{10 \times 10^{-6} \text{ C}}{\frac{7}{6} \times 10^{-6} \text{ F}} = \frac{60}{7} \text{ V} \approx 8.6 \text{ V}$$

دو سر خازن تختی را که فاصله‌ی صفحه‌های آن d است مطابق شکل ۲-۳ به باتری با ولتاژ ΔV وصل می‌کنیم. بدون قطع کردن هرگونه اتصالی، فاصله‌ی صفحه‌های خازن را به $2d$ می‌رسانیم. هر یک از موارد زیر را بررسی کنید و ببینید چه تغییری می‌کند.

الف) ولتاژ دو سر خازن

ب) ظرفیت خازن

پ) بار ذخیره شده در خازن



شکل ۲-۳

پاسخ: الف) چون ولتاژ دو سر باتری تغییری نکرده است لذا ولتاژ دو سر خازن نیز ثابت مانده و همان مقدار ΔV است.

ب) ظرفیت خازن کاهش یافته است. زیرا با توجه به رابطه $C = \epsilon_0 A / d$ ، فاصله‌ی صفحه‌های آن افزایش و در نتیجه ظرفیت کاهش یافته است. به عبارت دیگر، ظرفیت خازن نصف مقدار اولیه شده است.

پ) با توجه به رابطه $C = Q / \Delta V$ ، چون ΔV ثابت، و ظرفیت خازن کاهش یافته، نتیجه می‌شود بار ذخیره شده در آن نیز کاهش یافته است.

مثال حل شده

مساحت هر یک از صفحه‌های خازن تختی 18 cm^2 است. اگر فاصله‌ی بین صفحه‌های خازن 2 mm و بین صفحه‌ها هوا باشد، ظرفیت خازن چه قدر است؟

حل: با توجه به رابطه‌ی $C = \epsilon_0 A / d$ داریم:

$$C = (\epsilon_0 / 4\pi \times 10^{-12} \text{ F/M}) \frac{(18 \times 10^{-4} \text{ m}^2)}{(2 \times 10^{-3} \text{ m})} = 7 / 965 \times 10^{-12} \text{ F} = 7 / 965 \text{ pF}$$

مثال حل شده

مساحت یک ابر باران زا که در ارتفاع 1 km از سطح زمین قرار دارد $2 \times 10^4 \text{ m}^2$ و اختلاف پتانسیل میان ابر زمین 150 kV است. اگر ابر و سطحی از زمین را که زیر آن قرار دارد به صورت دو صفحه‌ی موازی یک خازن فرض کنیم، ظرفیت و بار ذخیره شده در آن چقدر است؟

حل: با استفاده از رابطه $C = \epsilon_0 A / d$ داریم

$$C = (\epsilon_0 / 4\pi \times 10^{-12} \text{ F/M}) \frac{(2 \times 10^4 \text{ m}^2)}{(10^3 \text{ m})} = 17 / 7 \times 10^{-11} \text{ F}$$

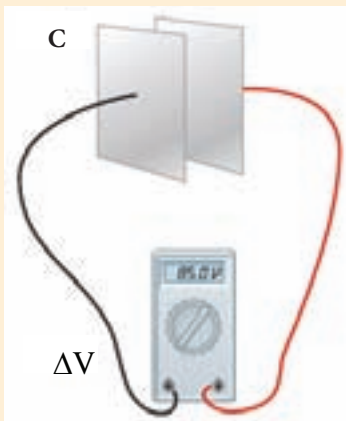
بار ذخیره شده در این خازن برابر است با

$$Q = C\Delta V = (17 / 7 \times 10^{-11} \text{ F})(150 \times 10^3 \text{ V}) \approx 2 / 7 \times 10^{-3} \text{ C} = 27 \mu\text{C}$$

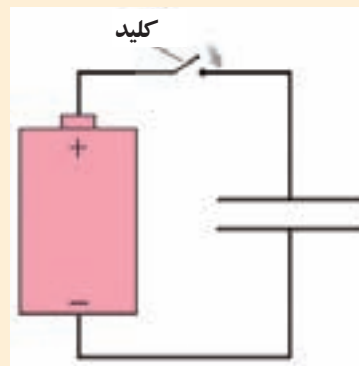


- ۳۰. ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر یک خازن باردار را 85 ولت نشان می‌دهد (شکل ۲-۳۲). اگر بار ذخیره شده در خازن $5 \mu\text{C}$ باشد، ظرفیت خازن چه قدر است؟

- ۲۹. خازن شکل ۲-۳۱ دارای ظرفیت $25 \mu\text{F}$ و در ابتدا بدون بار است. باتری، اختلاف پتانسیل 120 V را فراهم می‌کند. پس از آن که کلید بسته شود، چه قدر بار از آن خواهد گذشت؟



شکل ۲-۳۲



شکل ۲-۳۱

.....

.....

.....

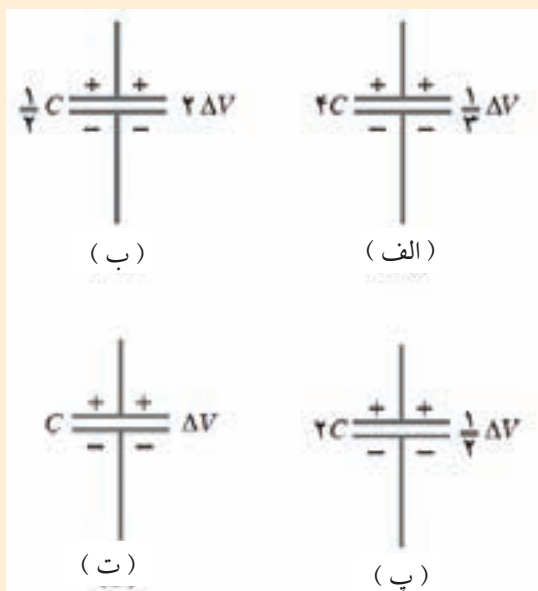
.....

.....

.....



۳۲. خازن‌ها در شکل ۲-۳۳ را به ترتیب از بیش‌ترین تا کم‌ترین بار ذخیره شده در آن‌ها مرتب کنید.



شکل ۲-۳۳

۳۱. در نظر داریم با دو صفحه‌ی فلزی تخت، هر یک به مساحت $1m^2$ ، یک خازن تخت بسازیم. الف) برای آن که ظرفیت این خازن $1F$ شود، فاصله‌ی بین صفحه‌های آن باید چه قدر باشد؟ ب) آیا در عمل، این خازن را می‌توان ساخت؟

.....

.....

.....

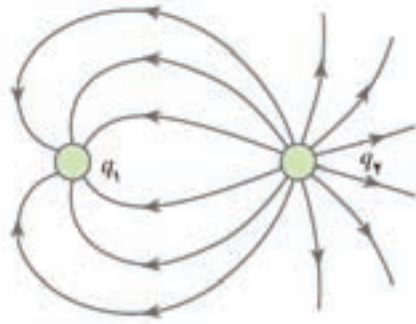
.....

.....

.....



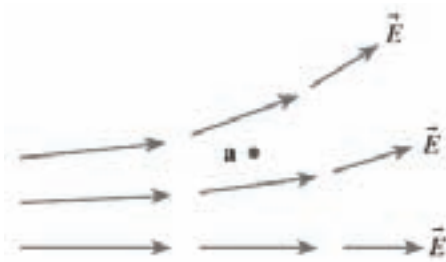
آزمون تشریحی فصل ۲



شکل ۲-۳۴

۱- شکل ۲-۳۴ خط‌های میدان الکتریکی دو بار نقطه‌ای را نشان می‌دهد. علامت هر یک از بارهای q_1 و q_2 را تعیین کنید و با استدلال قانع کننده بزرگی بارهای q_1 و q_2 را با هم مقایسه کنید.

۲- شکل ۲-۳۵ خط‌های میدان الکتریکی را در ناحیه‌ای از فضا نشان می‌دهد. آیا در نقطه‌ی a میدان الکتریکی وجود دارد؟ اگر بله، با رسم یک بردار، میدان الکتریکی \vec{E} را در این نقطه مشخص کنید و اگر نه، توضیح دهید برای ایجاد میدان الکتریکی در این نقطه به چه چیزی نیاز داریم؟



شکل ۲-۳۵

۳- عبارت‌های درس و نادرست را تعیین و عبارت‌های نادرست را تصحیح کنید.
 الف) اختلاف پتانسیل الکتریکی دو نقطه، برابر تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یکای بار الکتریکی مثبت است وقتی که بین این دو نقطه جابه‌جا شود. (درست ، نادرست)
 ب) هرگاه بار مثبت در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شود، از پتانسیل الکتریکی کم‌تر به پتانسیل الکتریکی بیش‌تر رفته است. (درست ، نادرست)
 پ) کمیتی که از لحاظ فیزیکی اهمیت دارد، پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه است نه پتانسیل الکتریکی هر نقطه. (درست ، نادرست)

۴- جمله‌های زیر را به کمک جعبه‌ی کلمه‌ها کامل کنید.

کم‌تر، بیش‌تر، بزرگی، کوچکی، دارند، ندارند،
 $\Delta V/Q$ ، $Q/\Delta V$ ، $1V/1C$ ، $1C/1V$

الف) هر خازن از دو رسانا که به یکدیگر اتصال الکتریکی تشکیل شده است.
 ب) با افزایش ولتاژ دو سر یک خازن، بار ذخیره شده در آن می‌شود.
 پ) ظرفیت خازن از رابطه‌ی به دست می‌آید.
 ت) یک فاراد یکای و برابر است.

۷- در شکل ۲-۳۷ نقطه یا نقطه‌هایی را مشخص کنید که در آن نقطه یا نقطه‌ها برآیند میدان الکتریکی صفر است.

۸- بزرگی میدان الکتریکی در فاصله‌ی 10 cm از یک ذره‌ی باردار 10 nC چه قدر است؟

۹- بزرگی یک بار نقطه‌ای که میدان الکتریکی 1 N/C را در نقاطی به فاصله‌ی 1 m از آن ایجاد می‌کند، چه قدر است؟

۱۰- الف) اگر ولتاژ دو سر خازنی را نصف کنیم، با و ظرفیت آن چه تغییری می‌کنند؟
 ب) خازنی به ظرفیت 10 pF را به کمک یک باتری که ولتاژ دو سر آن 12 V است، باردار می‌کنیم. بار ذخیره شده در خازن چه قدر است؟



شکل ۲-۳۷



آزمون چند گزینه‌ای فصل ۲

۱- بار نقطه‌ای $1 \mu\text{C}$ را در کدام نقطه از میدان الکتریکی شکل ۲-۳۸ قرار دهیم تا بزرگی نیروی الکتریکی وارد بر آن کم‌ترین مقدار باشد؟



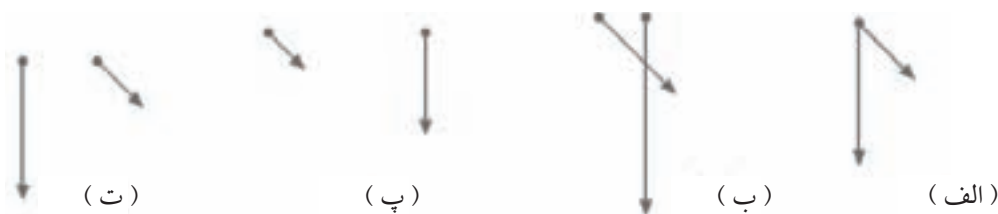
الف) ۱ ب) ۲ پ) ۳ ت) ۴

شکل ۲-۳۸

۲- بار الکتریکی دو کره‌ی رسانای مشابه A و B برابر q است. این دو کره در فاصله‌ی نسبتاً دوری (در مقایسه با شعاع آن‌ها) از یکدیگر واقع‌اند و نیروی الکتریکی به بزرگی F به هم وارد می‌کنند. کره‌ی رسانای مشابه دیگری که آن را C می‌نامیم، در ابتدا از نظر الکتریکی خنثی و در فاصله‌ی دوری از دو کره‌ی دیگر واقع است. کره‌ی C را ابتدا به کره‌ی A و سپس با کره‌ی B تماس می‌دهیم و سرانجام آن را از محل دور می‌کنیم. بزرگی نیروی الکتریکی دو کره‌ی A و B به یکدیگر در حالت اخیر کدام است؟

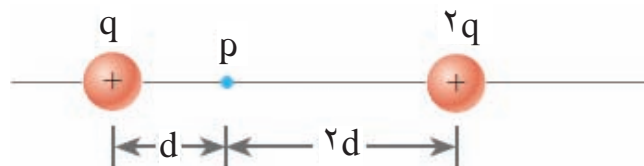
الف) $\frac{3}{8}F$ ب) $\frac{1}{2}F$ پ) $\frac{1}{4}F$ ت) $\frac{1}{16}F$

۳- در هر گزینه دو بردار نشان داده شده است. کدام یک از گزینه‌ها جهت میدان الکتریکی ناشی از یک بار نقطه‌ای مثبت را در فضای اطراف خود درست نشان می‌دهد؟



۴- با توجه به شکل ۲-۳۹ در چه ناحیه‌هایی میدان الکتریکی برآیند ناشی از دو بار نقطه‌ای q و $2q$ صفر است؟

الف) سمت راست بار $2q$ ب) بین بار $2q$ و نقطه‌ی
پ) بین نقطه‌ی q و بار $2q$ ت) هر دو گزینه‌ی الف و پ
ث) هر دو گزینه‌ی ب و ت



شکل ۲-۳۹

۵- اگر ولتاژ دو سر خازنی سه برابر شود، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن چند برابر می شود؟

- الف) ۱ ب) ۳ پ) ۹ ت) $\frac{1}{3}$

۶- در فضای بین صفحه‌های خازن تختی، ۵ نقطه مطابق شکل ۲-۴۰ مشخص شده است. کدام گزینه پتانسیل الکتریکی این نقطه‌ها را با یکدیگر به درستی مقایسه کرده است؟

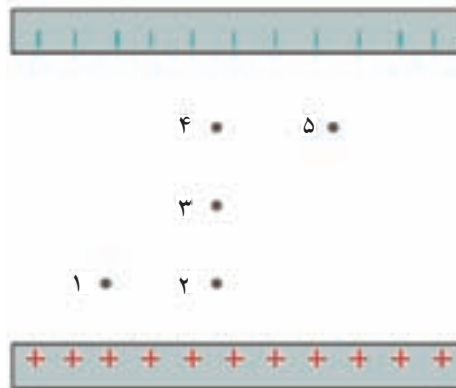
الف) $V_1 = V_2 < V_3$

ب) $V_2 = V_3 = V_4$

پ) $V_1 = V_2 > V_5$

ت) $V_1 < V_4 = V_5$

ث) $V_1 = V_5 > V_3$



شکل ۲-۴۰

۷- خازن تختی را پس از شارژ شدن، از باتری جدا می کنیم. اگر بدون اتصال صفحه‌های آن، دو صفحه را از هم دور کنیم، ظرفیت و ولتاژ بین صفحه‌ها به ترتیب (از راست به چپ) چگونه تغییر می کند؟

- الف) افزایش - افزایش ب) کاهش - کاهش
پ) کاهش - افزایش ت) افزایش - کاهش

۸- اگر فاصله‌ی صفحه‌های خازن تختی را نصف و ولتاژ بین دو صفحه را دو برابر کنیم، بار ذخیره شده در خازن چند برابر می شود؟

- الف) $\frac{1}{4}$ ب) ۱ پ) ۲ ت) ۴

۹- در ابتدا کره‌ی A دارای باری برابر با $-50e$ و کره‌ی B دارای باری برابر با $+20e$ است. کره‌ها از ماده‌ی رسانایی ساخته شده‌اند و اندازه‌ی آن‌ها یکسان است. اگر کره‌ها را با هم تماس دهیم، بار نهایی روی کره‌ی A چه قدر است؟

- الف) $-30e$ ب) $-15e$ پ) $-40e$ ت) $-20e$

۱۰- بار الکتریکی مثبت ۲ نانوکولنی از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $20V$ به نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $30V$ جابه‌جا می شود. تغییر انرژی پتانسیل این بار چند میکرو ژول است؟

- الف) $+0.1$ ب) -0.1 پ) $+10$ ت) -10

جریان الکتریکی، مقاومت الکتریکی و مدارهای الکتریکی

۳



در این فصل

جریان الکتریکی

مقاومت و مقاومت ویژه الکتریکی

نیروی محرکه الکتریکی

مدارهای الکتریکی

آزمون تشریحی

آزمون چند گزینه‌ای

۱-۳ جریان الکتریکی

۱-۳

در این بخش

جریان الکتریکی به زبان ساده یعنی: روان شدن بارهای الکتریکی درون مدار. جهت قراردادی جریان از پایانه‌ی مثبت باتری به طرف پایانه‌ی منفی باتری است. در یک سیم رسانا، حامل‌های بار الکترون‌های رسانش یا همان الکترون‌های آزاد هستند. الکترون‌های آزاد هنگام حرکت درون مدار به‌طور دائم با یون‌های مثبت و الکترون‌های آزاد دیگر برخورد می‌کنند و جهت حرکت آن‌ها تغییر می‌کند؛ ولی جهت حرکت خالص آن‌ها به طرف پایانه‌ی مثبت باتری است. جریان در همه‌ی نقاط یک سیم حامل جریان یکسان است و مقدار آن تغییر نمی‌کند. به این بیان، قانون پایستگی جریان نیز گفته می‌شود. بنا به قاعده انشعاب کیرشهف، مجموع جریان‌های ورودی به هر انشعاب باید با مجموع جریان‌هایی که آن انشعاب را ترک می‌کنند برابر باشد.

جریان الکتریکی عبوری از مدار شکل ۱-۳ برابر $2/8$ آمپر است. چه مدت طول می‌کشد تا از یک مقطع فرضی این مدار $840 \mu\text{C}$ بار بگذرد؟



شکل ۱-۳

حل: با توجه به رابطه‌ی $I = q/t$ داریم:

$$t = \frac{840 \times 10^{-6} \text{ C}}{2/8 \text{ A}} = 3 \times 10^{-4} \text{ s}$$

مثال حل شده

از سیمی جریانی به شدت $3/2 \text{ A}$ می‌گذرد. در هر ثانیه چه تعداد الکترون از یک مقطع فرضی سیم عبور می‌کند؟

حل: با توجه به رابطه‌های $I = q/t$ و $q = ne$ داریم:

$$ne = It \Rightarrow n = \frac{(3/2 \text{ A})(1 \text{ s})}{1/6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 2 \times 10^{19} \text{ الکترون}$$

مثال حل شده

جریان عبوری از لامپ‌های جلوی اتومبیلی حدود $3A$ است. اگر لامپ‌های این اتومبیل به مدت 30 دقیقه روشن باشند، چه مقدار بار الکتریکی در این مدت بر حسب کولن و هم چنین بر حسب آمپر ساعت (Ah) از باتری می‌گذرد؟

حل: در این جا نیز از رابطه $I = q/t$ می‌توان به پاسخ رسید. داریم:

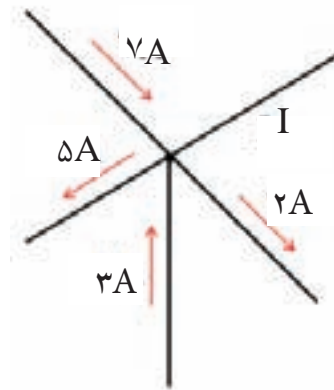
$$q = It = (3A)(30 \times 60s) = 5400C$$

و بر حسب آمپر داریم:

$$q = It = (3A)\left(\frac{1}{4}h\right) = 1/5Ah$$

توجه کنید که $t = 30 \text{ min} = \frac{1}{4}h$.

شکل ۲-۳ بخشی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. بزرگی و جهت جریان I در سیم نشان داده شده را تعیین کنید.



شکل ۲-۳

حل: با توجه به قاعده‌ی انشعاب کیرشهف داریم:

مجموع جریان‌های خروجی از انشعاب = مجموع جریان‌های ورودی به انشعاب

$$7A + 3A + I = 5A + 2A \Rightarrow I = -3A$$

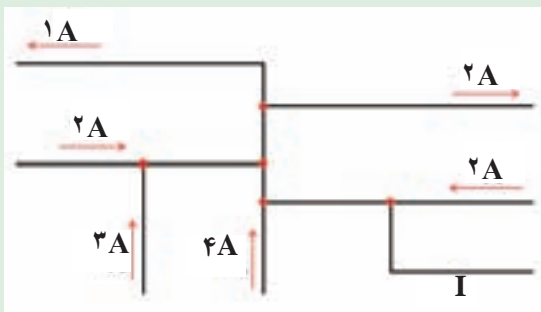
علامت منفی نشان می‌دهد جریان I باید به عنوان یک جریان خروجی منظور شود نه یک جریان ورودی.



۲. تعداد 3×10^8 الکترون در مدت $5 \mu\text{s}$ از مقطع یک رسانا عبور می‌کند. جریان عبوری از این رسانا چند آمپر است؟

۱. اگر در هر دقیقه از یک مقطع فرضی سیمی $4/8 \times 10^{17}$ الکترون عبور کند، جریان عبوری از سیم چند میلی آمپر است؟

۴. شکل ۳-۴ بخشی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. بزرگی و جهت جریان I را در سیم پایینی سمت راست تعیین کنید.



شکل ۳-۴

۳. آذرخشی بین ابر و برق گیر متصل به یک ساختمان بلند زده می‌شود و جریان خیلی بزرگی به مقدار $2 \times 10^4 \text{ A}$ برای مدت $4 \times 10^{-4} \text{ s}$ از آن عبور می‌کند (شکل ۳-۳). باری را که در این مدت به زمین شارش می‌کند، حساب کنید.



شکل ۳-۳



۶. یک باریکه‌ی الکترون جریانی برابر با $150 \mu A$ منتقل می‌کند. این بار صفحه‌ی یک تلویزیون را در هر ثانیه 30 مرتبه جاروب می‌کند. در یک جاروب کامل چه مقدار بار به صفحه‌ی تلویزیون منتقل می‌شود؟

۵. یک کارخانه‌ی ساخت باتری ادعا می‌کند که باتری‌های ساخت آن‌ها می‌توانند جریانی به شدت $3A$ را به مدت 12 ساعت تأمین کنند. در این مدت چند کولن بار از باتری می‌گذرد؟ این مقدار بار معادل چه تعداد الکترون است؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مقاومت و مقاومت ویژه‌ی الکتریکی

۲-۳

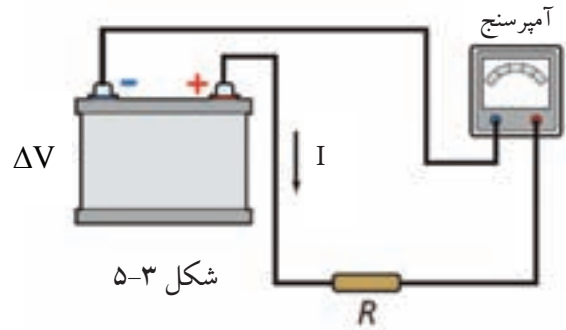
مقاومت الکتریکی با رابطه‌ی $R = \Delta V / I$ تعریف می‌شود که در آن ΔV ولتاژ دو سر رسانا است. اگر نمودار جریان عبوری از یک رسانا برحسب ولتاژ دو سر آن به صورت خط راستی با شیب ثابت باشد، گفته می‌شود که این رسانا از قانون اهم پیروی می‌کند.

دیودها قطعه‌هایی هستند که جریان را تنها در یک جهت از خود عبور می‌دهند. دیود یک رسانای غیر اهمی است.

مقاومت یک رسانا، علاوه به جنس آن به اندازه و شکل رسانا نیز بستگی دارد. این موضوع با رابطه‌ی $R = \rho L / A$ بیان می‌شود که در آن ρ مقاومت ویژه‌ی رسانا خوانده می‌شود.

یکای مقاومت ویژه در SI، اهم متر ($\Omega \cdot m$) است.

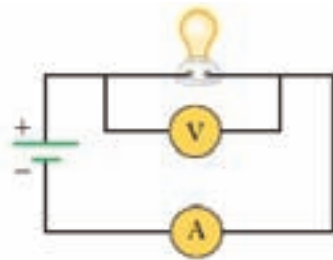
در مدار شکل ۳-۵ ولتاژ دو سر باتری $30V$ و مقاومت R برابر 10Ω است. آمپرسنج چه عددی را می‌خواند؟



حل: با توجه به رابطه‌ی $R = \Delta V / I$ داریم:

$$I = \frac{30V}{10\Omega} = 3A$$

در مدار شکل ۳-۶ عددی که آمپرسنج و ولت‌سنج می‌خوانند به ترتیب $4A$ و $12V$ است.



شکل ۳-۶

الف) مقاومت لامپ چه قدر است؟

ب) بار الکتریکی شارش شده از یک مقطع فرضی مدار در مدت یک دقیقه چه قدر است؟
پ) در صورتی که ولتاژ دو سر مدار تا ۲۵ درصد افزایش یابد، عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد چه قدر خواهد شد؟

حل: الف) با توجه به رابطه‌ی $R = \Delta V / I$ داریم:

$$R = \frac{12V}{4A} = 3\Omega$$

ب) با توجه به رابطه‌ی $q = It$ داریم:

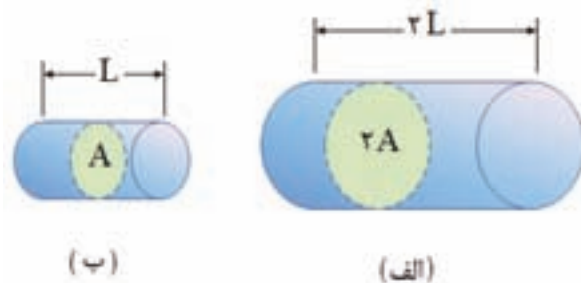
$$q = (4A)(60s) = 240C$$

پ) برای آن که ولتاژ دو سر مدار ۲۵ درصد افزایش یابد، لازم است ولتاژ دو سر باتری نیز به همین

میزان افزایش یابد. در این صورت ولتاژ دو سر باتری به $15V$ خواهد رسید. به این ترتیب داریم:

$$R = \frac{\Delta V}{I} \Rightarrow 3\Omega = \frac{15V}{I} \Rightarrow I = 5A$$

شکل ۳-۷ دو قطعه سیم هم جنس را نشان می‌دهد. مقاومت این دو سیم را با هم مقایسه کنید.



شکل ۳-۷

پاسخ: چون طول و سطح مقطع سیم الف دو برابر طول و سطح مقطع سیم ب است، لذا مقاومت سیم الف برابر است با:

$$R = \rho \frac{2L}{2A} = \rho \frac{L}{A}$$

یعنی مقاومت هر دو سیم یکسان است.

مثال حل شده

مقاومت یک سیم آلومینیومی به طول ۱۰ m و سطح مقطع 1 mm^2 چه قدر است؟ مقاومت ویژه آلومینیوم $3/2 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ است.

حل: با توجه به رابطه $R = \rho L / A$ داریم:

$$R = (3/2 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}) \frac{(10 \text{ m})}{(1 \times 10^{-6} \text{ m}^2)} = 0/32 \Omega$$

مثال حل شده

طول سیمی از فلز کنستانتان به قطر $0/35 \text{ mm}$ چه قدر باشد تا مقاومت آن یک اهم شود؟ مقاومت ویژه کنستانتان $4/8 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ است.

حل: با توجه به رابطه $A = \pi d^2 / 4$ سطح مقطع سیم برابر است با:

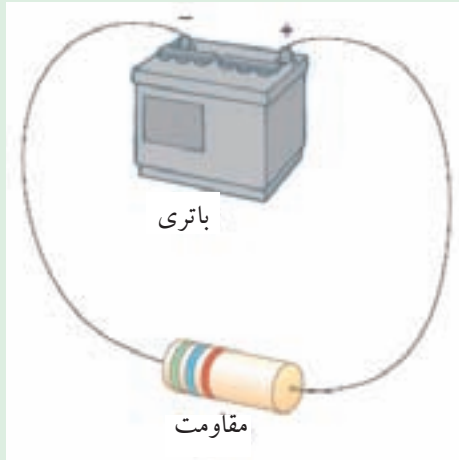
$$A = 3/14 \frac{(0/35 \times 10^{-3} \text{ m})^2}{4} \approx 9/62 \times 10^{-8} \text{ m}^2$$

$$R = \frac{\rho L}{A} \Rightarrow 1 \Omega = (4/8 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}) \frac{L}{(9/62 \times 10^{-8} \text{ m}^2)} \Rightarrow L = 0/2 \text{ m} = 20 \text{ cm}$$

مثال حل شده

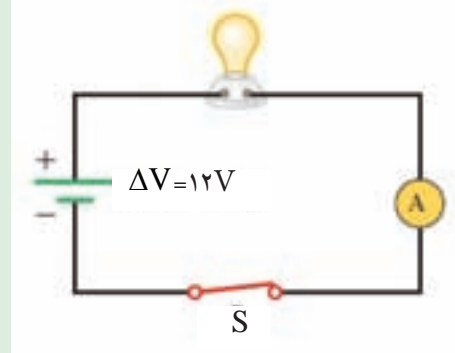


۸. مقاومت مدار شکل ۳-۹ جریان ۱ mA را می‌کشد. اگر ولتاژ باتری ۱۲V باشد، مقدار مقاومت چه قدر است؟



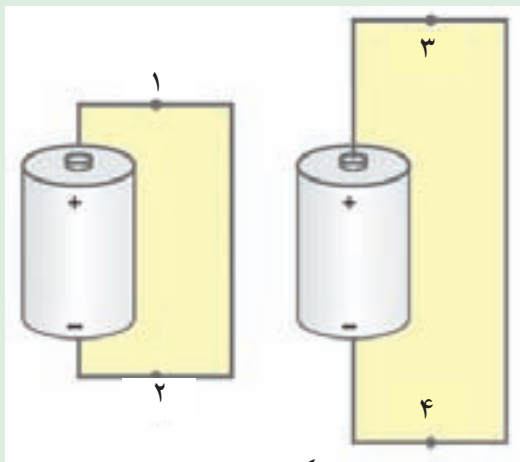
شکل ۳-۹

۷. در مورد شکل ۳-۸ جریانی که آمپرسنج می‌خواند ۲A است. مقاومت لامپ چه قدر است؟



شکل ۳-۸

۱۰. در هر دو مدار شکل ۳-۱۰ باتری‌ها مشابه و قطر و جنس سیم‌ها یکسان است. جریان‌های I_1 ، I_2 ، I_3 و I_4 را در هر یک از نقطه‌های ۱ تا ۴ به ترتیب کم‌ترین تا بیش‌ترین مقدار بنویسید.



شکل ۳-۱۰

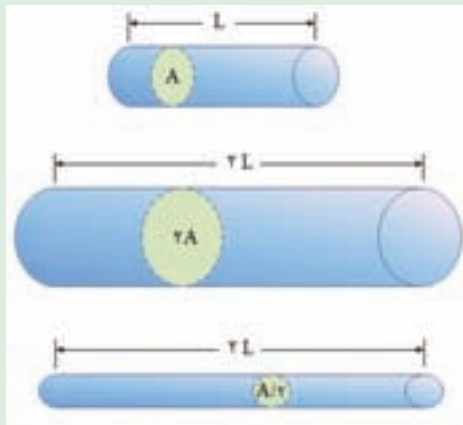
۹. در آزمایشی با یک لامپ ۱۲ ولتی مقدارهای زیر اندازه‌گیری شده است.

ولتاژ (V)	۱۲	۱۰	۸	۶	۴	۲	۰
جریان (A)	۴/۰۵	۳/۵۸	۳/۱۳	۲/۶۴	۲/۰۷	۱/۳۶	۰

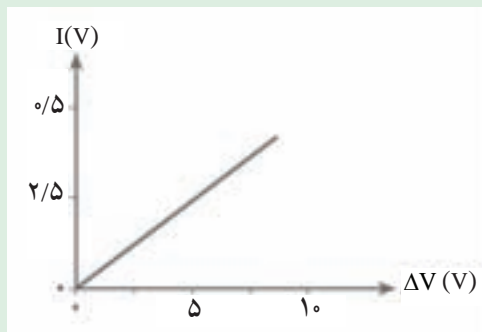
الف) نمودار ولتاژ را بر حسب جریان رسم کنید.
ب) با استفاده از نمودار مقاومت لامپ را به ازای جریان‌های ۱، ۲ و ۴ آمپر به دست آورید.



۱۱. نمودار شکل ۱۱-۳ جریان برحسب ولتاژ دو سر رسانایی با مقاومت R را نشان می‌دهد.
 الف) مقاومت R چه قدر است؟
 ب) فرض کنید طول مقاومت R دو برابر شود. روی شکل، نمودار $I-\Delta V$ را برای مقاومت جدید رسم کنید.

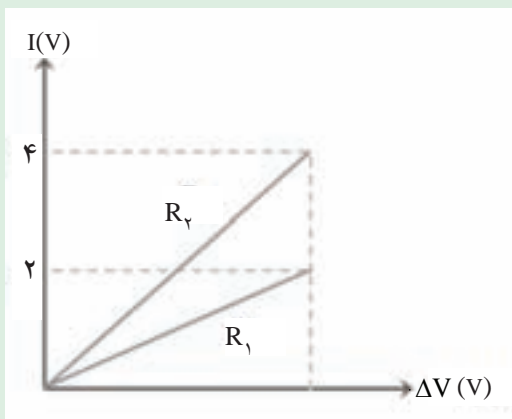


شکل ۱۲-۳



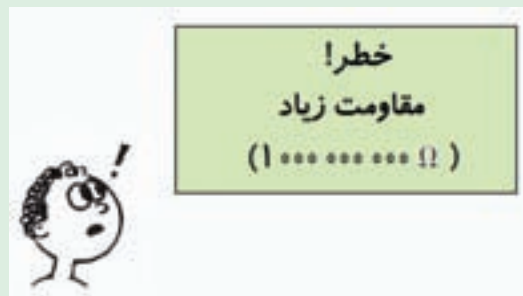
شکل ۱۱-۳

۱۲. همه‌ی سیم‌های شکل ۱۲-۳ از یک جنس‌اند. این سیم‌ها را از کم‌ترین تا بیش‌ترین مقاومت به ترتیب بنویسید.



شکل ۱۴-۳

۱۳. روی یک تابلویی هشداری مطابق شکل ۱۳-۳ درج شده است. به نظر شما تا چه حد باید نسبت به این هشدار مراقبت نمود؟

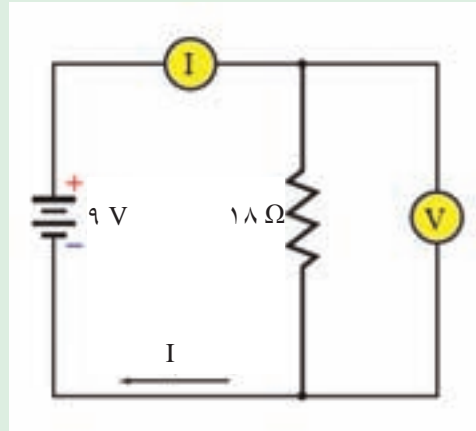


شکل ۱۳-۳



۱۶. یک قطعه‌ی گرافیتی به شکل مکعب مستطیل دارای ابعاد $۱۰\text{cm} \times ۲۰\text{cm} \times ۴۰\text{cm}$ است. این قطعه را می‌توان از هر یک از دو وجه موازی آن در مدار قرار داد. بیش‌ترین و کم‌ترین مقاومت این قطعه را با توجه به وضعیت آن در مدار پیدا کنید. مقاومت ویژه‌ی گرافیت ۸×۱۰^{-۶} اهم متر است.

۱۵. در مدار شکل ۱۵-۳ مقادیری که آمپرسنج و ولت‌سنج می‌خواند چه قدر است؟



شکل ۱۵-۳

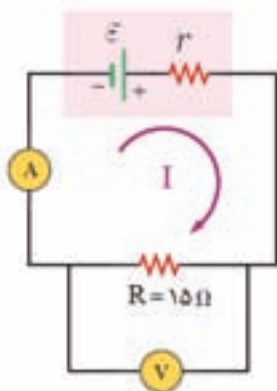
۳-۳ نیروی محرکه‌ی الکتریکی

۳-۳

مولد نیروی محرکه‌ی الکتریکی با دادن انرژی لازم به حامل‌های بار، سبب شارش آن‌ها در مدار می‌شود.

توان تولیدی مولد از رابطه‌ی $P = I\varepsilon$ به دست می‌آید و توان مفید (خروجی) یک مولد از رابطه‌ی $P = I\varepsilon - I^2r$ به دست می‌آید. در این رابطه I^2r توان تلف شده در مقاومت درونی مولد است.

در این بخش



شکل ۱۶-۳

در مدار شکل ۱۶-۳ آمپرسنج جریان ۲A را می‌خواند.

الف) ولت‌سنج چه عددی را می‌خواند؟

ب) ولتاژ دو سر مولد چه قدر است؟

پ) اگر مقاومت درونی مولد 1Ω باشد، نیروی محرکه‌ی مولد را به دست آورید.

ت) توان تولیدی مولد چه قدر است؟

ث) توان تلف شده در مولد چه قدر است؟

حل: الف) با توجه به رابطه‌ی $\Delta V = RI$ ، ولت‌سنج مقدار زیر را

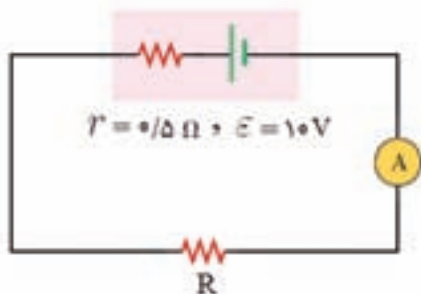
$$\Delta V = (15\Omega)(2A) = 30V \quad \text{می‌خواند:}$$

ب) ولتاژ دو سر مولد با ولتاژ دو سر مقاومت R که ولت‌سنج می‌خواند، یکسان است.

$$\Delta V_{\text{مولد}} = \varepsilon - Ir \Rightarrow 30V = \varepsilon - (2A)(1\Omega) \Rightarrow \varepsilon = 32V \quad \text{پ)}$$

$$P = \varepsilon I = (32V)(2A) = 64W \quad \text{ت)}$$

$$P = I^2 r = (2A)^2 (1\Omega) = 4W \quad \text{ث)}$$



شکل ۱۷-۳

در مدار شکل ۱۷-۳، آمپرسنج عدد ۱A را می‌خواند.

الف) ولتاژ دو سر مولد چه قدر است؟

ب) مقاومت R را پیدا کنید.

ج) توان تولیدی مولد چه قدر است؟

د) توان خروجی مولد چه قدر است؟

$$\Delta V_{\text{مولد}} = \varepsilon - Ir = (10V) - (1A)(0.5\Omega) = 9.5V \quad \text{الف)}$$

ب) ولتاژ دو سر مقاومت R با ولتاژ دو سر مولد برابر است. بنابراین:

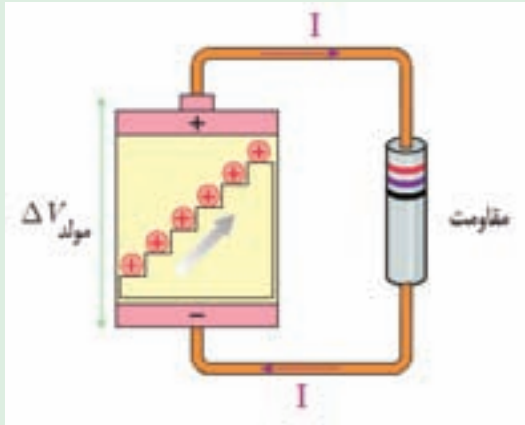
$$\Delta V = RI \Rightarrow 9.5V = R(1A) \Rightarrow R = 9.5\Omega$$

$$P = \varepsilon I = (10V)(1A) = 10W \quad \text{پ)}$$

$$P = \varepsilon I - I^2 r = (10V)(1A) - (1A)^2 (0.5\Omega) = 9.5W \quad \text{ت)}$$

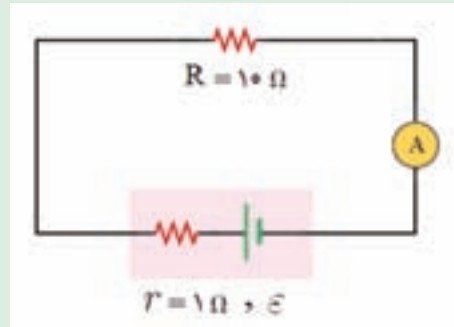


۱۸. دریافت خود را از شکل ۳-۱۹ بیان کنید. سعی کنید از مفاهیم بخش ۳-۳ کتاب درسی برای نوشتن هر عبارتی استفاده کنید.



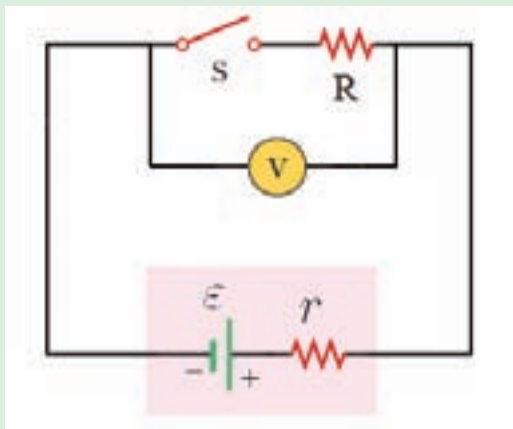
شکل ۳-۱۹

۱۷. در مدار شکل ۳-۱۸ آمپرسنج $2A$ می‌خواند. اگر توان تولیدی مولد 20 وات باشد مطلوب است:
الف) نیروی محرکه و توان خروجی مولد.
ب) ولتاژ دو سر مقاومت.



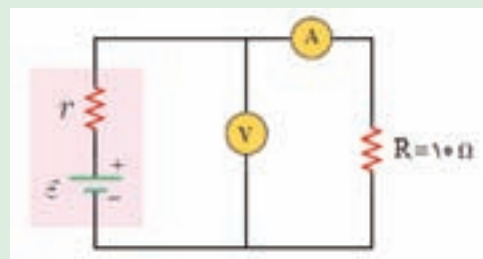
شکل ۳-۱۸

۲۰. در مدار شکل ۳-۲۱ وقتی کلید S را باز یا می‌بندیم، ولت‌سنج با تقریب خوبی مقدار یکسانی را نشان می‌دهد. در این صورت مقاومت‌های R و r را با هم مقایسه کنید.



شکل ۳-۲۱

۱۹. در مدار شکل ۳-۲۰ ولت‌سنج عدد $25V$ را می‌خواند.
الف) آمپرسنج چه عددی را می‌خواند؟
ب) اگر مقاومت درونی مولد 5% اهم باشد، نیروی محرکه‌ی آن را پیدا کنید.
پ) توان تولیدی و توان مفید مولد را به دست آورید.



شکل ۳-۲۰

۴-۳ مدارهای الکتریکی

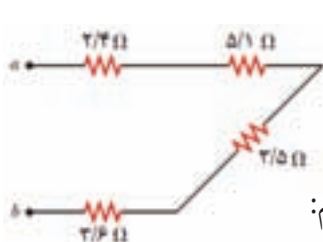
در این بخش

در یک مدار سری، تنها یک مسیر برای جریان وجود دارد و ولتاژ اعمال شده توسط مولد، بین تک تک قطعه‌های الکتریکی مدار تقسیم می‌شود.

مقاومت معادل در یک مدار سری از رابطه‌ی $R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots$ به دست می‌آید.

در یک مدار موازی، ولتاژ دو سر هر قطعه الکتریکی با ولتاژ دو سر مدار برابر است و جریان کل مدار بین شاخه‌های موازی تقسیم می‌شود.

مقاومت معادل در یک مدار موازی از رابطه‌ی $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ به دست می‌آید.



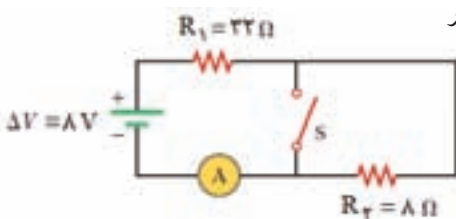
مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی a و b را در شکل ۲۲-۳ پیدا کنید.

حل: چون تمامی مقاومت‌ها به‌طور سری به یکدیگر متصل شده‌اند، داریم:

شکل ۲۲-۳

$$R_{eq} = 2/4\Omega + 5/1\Omega + 3/5\Omega + 3/6\Omega = 14/6\Omega$$

مثال حل شده



شکل ۲۳-۳

در مدار شکل ۲۳-۳ جریانی را که آمپرسنج می‌خواند در هر یک از دو حالت زیر پیدا کنید.

الف) کلید S باز است.

ب) کلید S بسته است.

حل: الف) وقتی کلید S باز است، مقاومت معادل برابر است

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = 32\Omega + 8\Omega = 40\Omega \quad \text{با:}$$

به این ترتیب جریانی که آمپرسنج می‌خواند برابر است با:

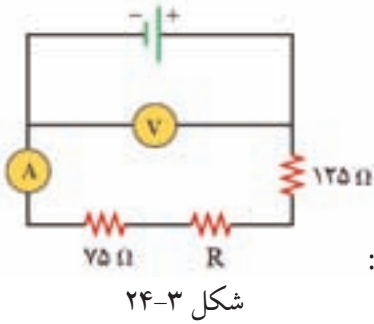
$$I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{8V}{40\Omega} = 0/2A$$

ب) وقتی کلید بسته می‌شود، مقاومت R_2 از مدار خارج

می‌شود. به این ترتیب جریانی که آمپرسنج در این حالت

$$I = \frac{\Delta V}{R_1} = \frac{8V}{32\Omega} = 0/25A \quad \text{می‌خواند برابر است با:}$$

مثال حل شده



در مدار شکل ۲۴-۳ ولت‌سنج و آمپرسنج به ترتیب عدد‌های ۱۲V و ۲mA را می‌خوانند. مقاومت R چه قدر است؟

حل: چون مقاومت‌ها به‌طور متوالی به یکدیگر متصل شده‌اند، داریم:

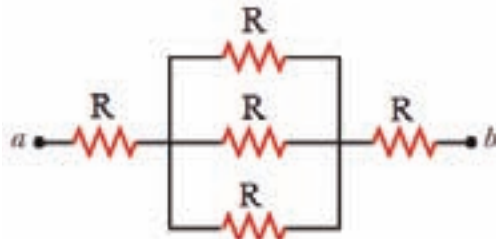
$$R_{eq} = 75\Omega + R + 125\Omega = 200\Omega + R$$

$$\Delta V = R_{eq} I \Rightarrow 12V = (200\Omega + R)(2 \times 10^{-3} A)$$

$$6000\Omega = 200\Omega + R \Rightarrow R = 5800\Omega$$

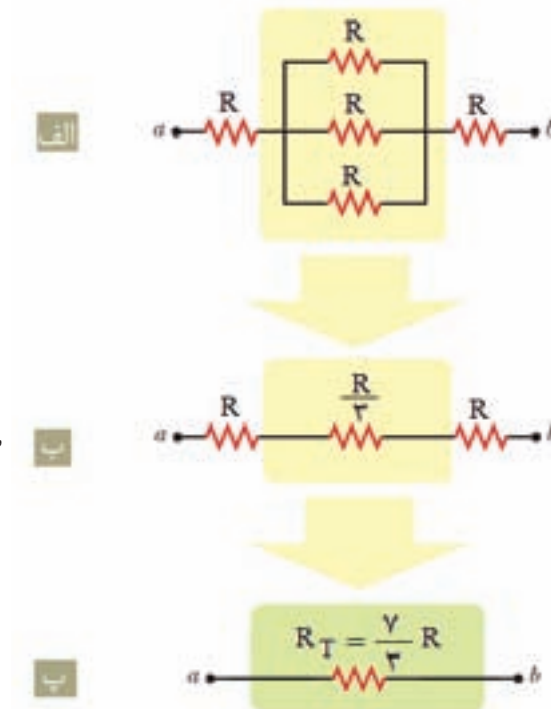
شکل ۲۴-۳

شکل ۲۵-۳ بخشی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. مقاومت معادل بین دو نقطه‌های a و b را پیدا کنید.



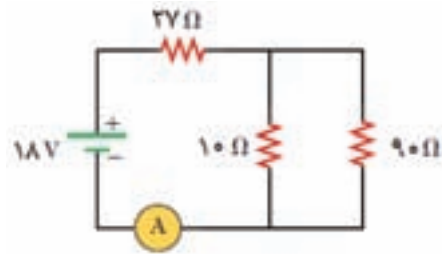
شکل ۲۵-۳

حل: مراحل مختلف محاسبه‌ی مقاومت معادل بین دو نقطه‌ی a و b در شکل ۲۶-۳ نشان داده شده است.



شکل ۲۶-۳

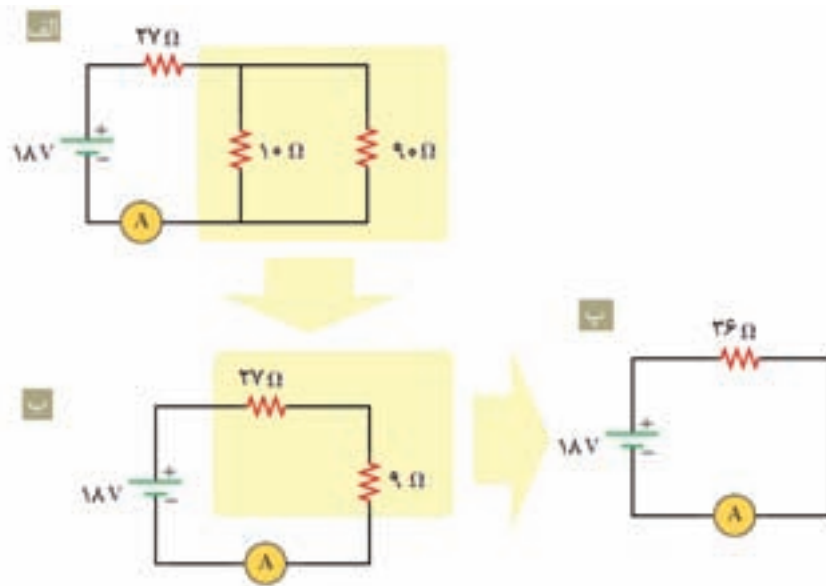
در مدار شکل ۲۷-۳ آمپرسنج چه جریانی را می‌خواند؟



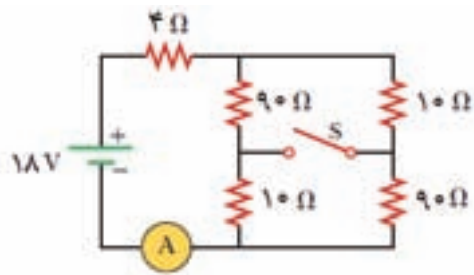
شکل ۲۷-۳

حل: ابتدا مقاومت معادل مدار را مطابق مراحل مختلف شکل ۲۸-۳ به دست می‌آوریم. با توجه به قسمت پ شکل ۲۸-۳ داریم:

$$I = \frac{\Delta V}{R_{\text{eq}}} = \frac{18V}{36\Omega} = 0.5A$$



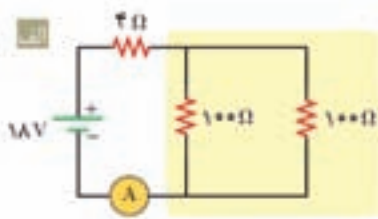
شکل ۲۸-۳



شکل ۲۹-۳

در مدار شکل ۲۹-۳ جریانی را که آمپرسنج می خواند در هر یک از حالت های زیر تعیین کنید.
الف) کلید S باز است.
ب) کلید S بسته است.

حل: الف) در حالتی که کلید S باز است، مقاومت معادل مدار مطابق شکل ۳۰-۳ برابر $54\ \Omega$ خواهد شد. به این ترتیب عددی که آمپرسنج در این حالت می خواند برابر است با:



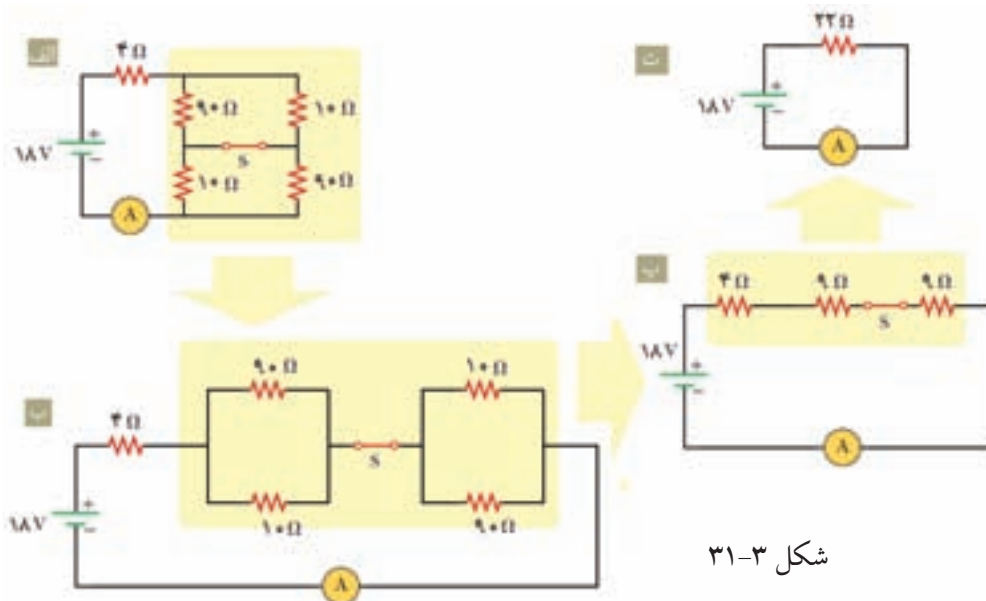
$$I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{18V}{54\Omega} = \frac{1}{3} A$$



شکل ۳۰-۳

ب) وقتی کلید S بسته است، مقاومت معادل مدار مطابق شکل ۳۱-۳ برابر $22\ \Omega$ خواهد شد. به این ترتیب عددی که آمپرسنج در این حالت می خواند برابر است با:

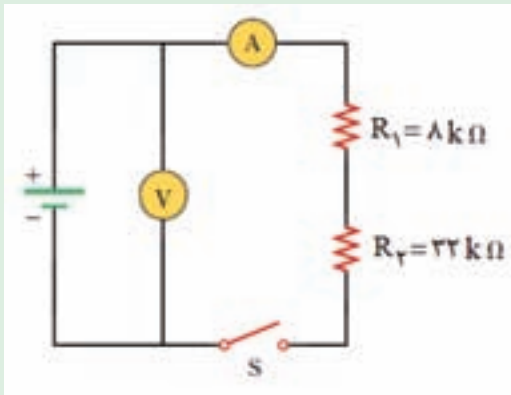
$$I = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{18V}{22\Omega} = \frac{9}{11} A$$



شکل ۳۱-۳



۲۲. در مدار شکل ۳-۳۳ با بستن کلید S، ولت سنج عدد V ۱۲۰ را می خواند. آمپرسنج چه عددی را نشان می دهد؟



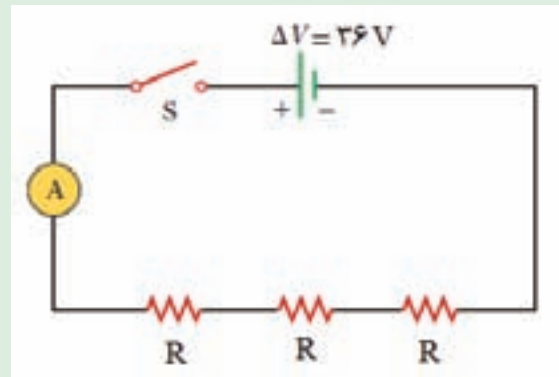
شکل ۳-۳۳

.....

.....

.....

۲۱. در مدار شکل ۳-۳۲ با بستن کلید S، آمپرسنج عدد A ۱ را می خواند. مقاومت R چه قدر است؟



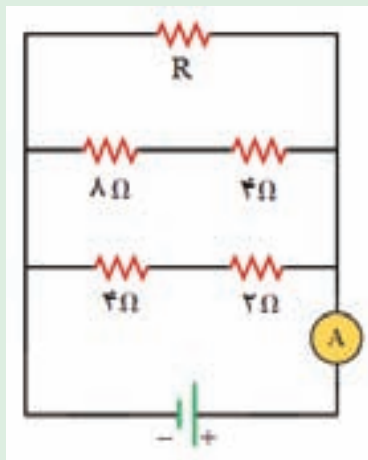
شکل ۳-۳۲

.....

.....

.....

۲۴. اگر آمپرسنج در مدار ۳-۳۵ عدد A ۲ را بخواند، مقاومت R را پیدا کنید.



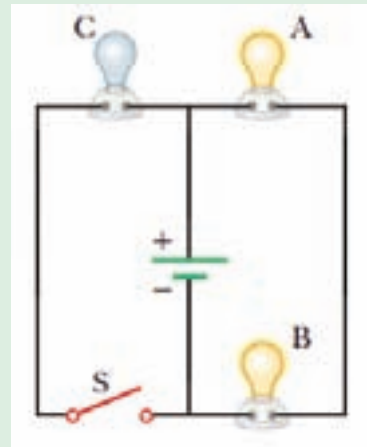
شکل ۳-۳۵

.....

.....

.....

۲۳. در مدار شکل ۳-۳۴ با بستن کلید S، نور لامپها چه تغییری می کند؟ همهی لامپها مشابه اند.



شکل ۳-۳۴

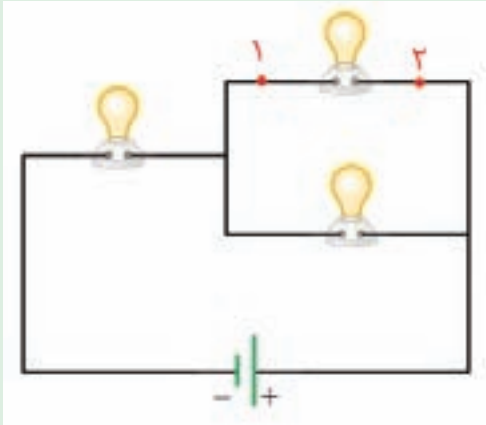
.....

.....

.....

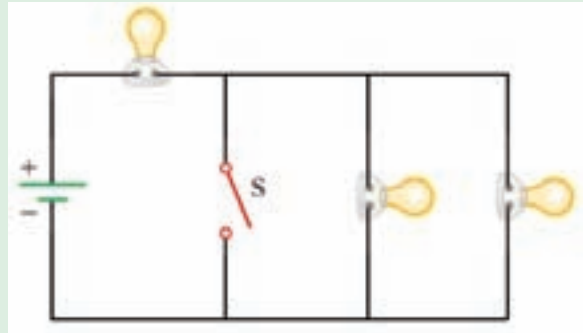


۲۶. اگر نقطه‌های ۱ و ۲ را در مدار شکل ۳-۳۷ با یک سیم بدون مقاومت به هم وصل کنیم، نور لامپ‌ها چه تغییری می‌کند؟ همه‌ی لامپ‌ها مشابه‌اند.



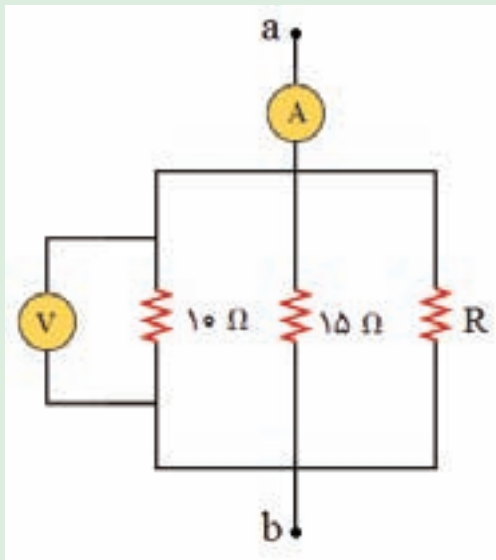
شکل ۳-۳۷

۲۵. در مدار شکل ۳-۳۶ نور لامپ‌ها را پیش و پس از بستن کلید S با هم مقایسه کنید. همه‌ی لامپ‌ها مشابه‌اند.



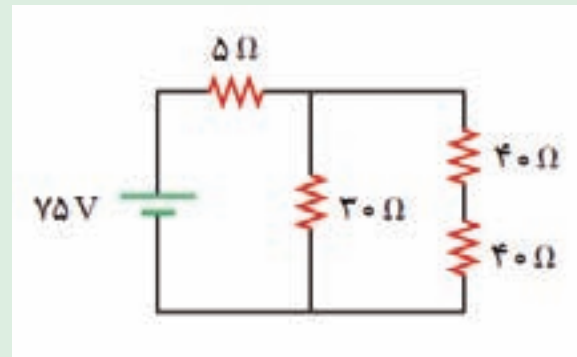
شکل ۳-۳۶

۲۸. شکل ۳-۳۹ بخشی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. آمپرسنج جریان ۳ A و ولت‌سنج مقدار ۱۰ V را می‌خواند. مقاومت R چه قدر است؟



شکل ۳-۳۹

۲۷. در مدار شکل ۳-۳۸ چه جریانی از مقاومت ۵ اهمی می‌گذرد؟



شکل ۳-۳۸



آزمون تشریحی فصل ۳

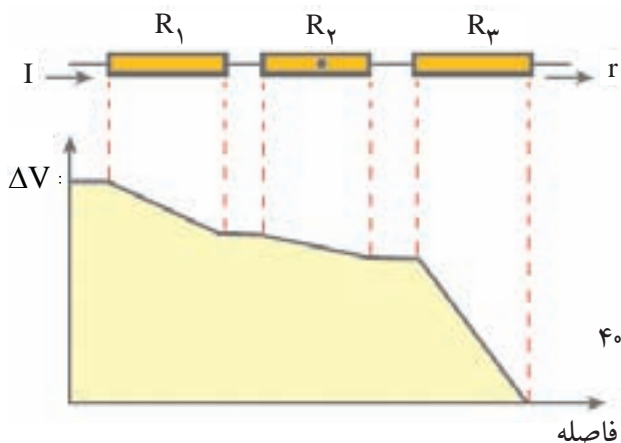
۱- شکل ۳-۴ نمودار تغییرات ولتاژ بر حسب فاصله را برای سه مقاومت سری نشان می‌دهد.

الف) آیا جریان I' بیش تر، مساوی و یا کم تر از جریان I است؟ توضیح دهید.

ب) با توجه به نمودار، مقدار مقاومت‌ها را با یکدیگر مقایسه کنید.

پ) در مقاومت R_2 نقطه‌ای نشان داده شده است. آیا در این نقطه میدان الکتریکی وجود دارد؟ اگر بله، جهت آن

به کدام سو است؟ اگر نه، توضیح دهید چرا.



شکل ۳-۴

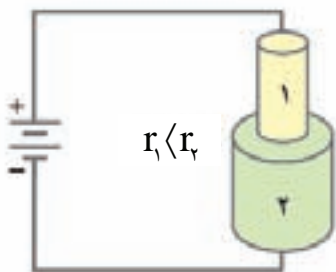
۲- در مدار شکل ۳-۴۱ طول دو رسانای ۱ و ۲ یکسان و جنس آن‌ها مشابه است. این دو رسانا توسط سیم‌های رابط

با مقاومت ناچیز به مولدی وصل شده‌اند.

الف) مقاومت دو رسانا را با هم مقایسه کنید.

ب) افت ولتاژ دو سر هر رسانا را با هم مقایسه کنید.

پ) توان تلف شده در کدام مقاومت بیش تر است؟ توضیح دهید چرا.

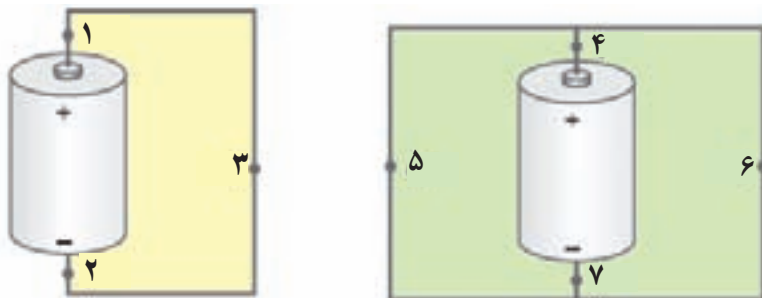


شکل ۳-۴۱

۳- در هر دو مدار شکل ۳-۴۲ باتری‌ها مشابه و سیم‌های رابط که مقاومت قابل توجهی ندارند، هم جنس هستند و

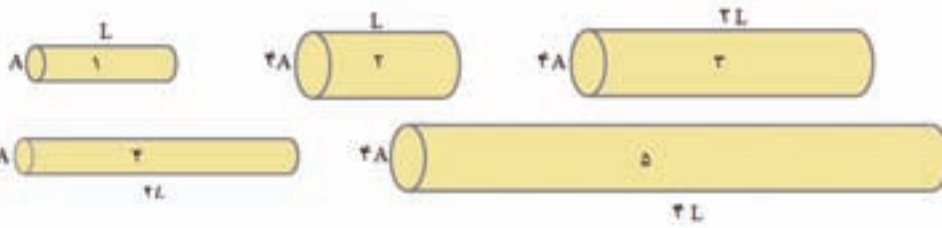
قطر یکسانی دارند. جریان الکتریکی را در هر یک از نقطه‌های ۱ تا ۷ (I_1 تا I_7) از بیش ترین تا کم ترین مقدار به

ترتیب بنویسید.



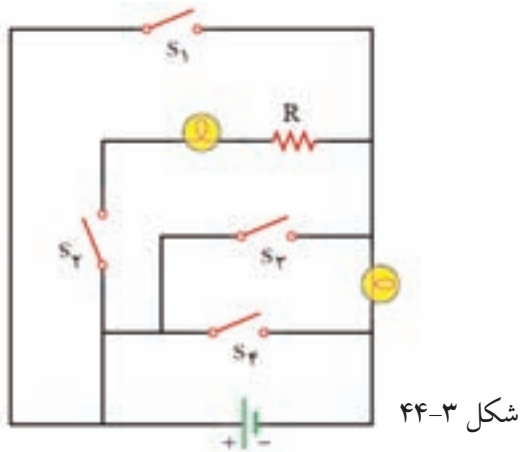
شکل ۳-۴۲

۴- همه‌ی سیم‌های شکل ۳-۴۳ از یک جنس‌اند. این سیم‌ها را از کم‌ترین تا بیش‌ترین مقاومت به ترتیب بنویسید.



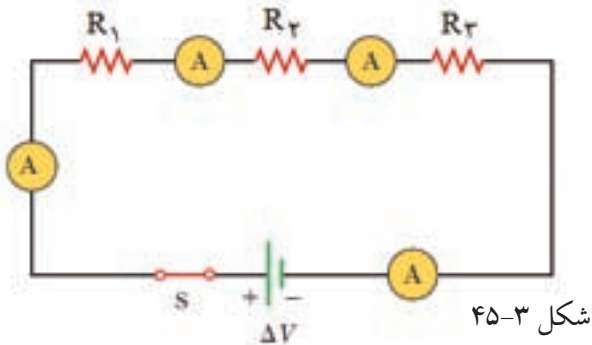
شکل ۳-۴۳

۵- در مدار شکل ۳-۴۴ با بستن کدام یک از کلیدها الف) یک مدار کامل شامل همه‌ی اجزای نشان داده شده در شکل تشکیل می‌شود؟
ب) دو سر باتری اتصال کوتاه می‌شود؟



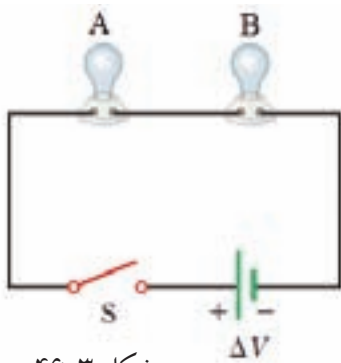
شکل ۳-۴۴

۶- در مدار شکل ۳-۴۵ مقداری را که هر آمپرسنج می‌خواند با یکدیگر مقایسه کنید.



شکل ۳-۴۵

۷- در مدار شکل ۳-۴۶ مقاومت لامپ B بیش‌تر از لامپ A است. پس از بستن کلید S، توان تلف شده در هر لامپ را با هم مقایسه کنید.

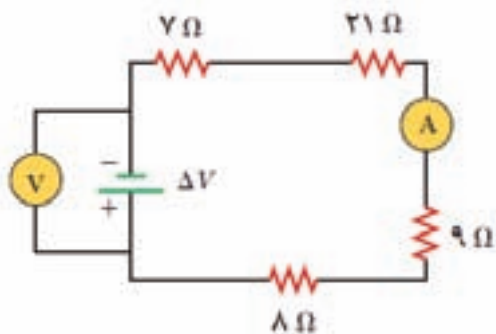


شکل ۳-۴۶

۸- در مدار شکل ۳-۴۷، ولت‌سنج عدد ۲۴ ولت را می‌خواند.

الف) آمپرسنج چه جریانی را می‌خواند؟

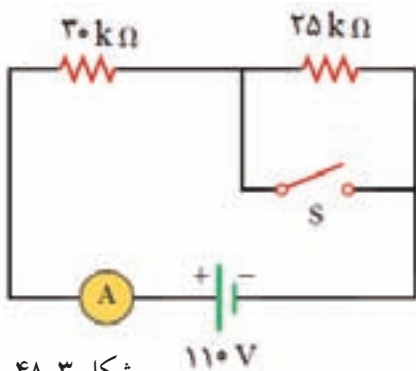
ب) توان تلف شده در مقاومت ۸ اهمی چه قدر است؟



شکل ۳-۴۷

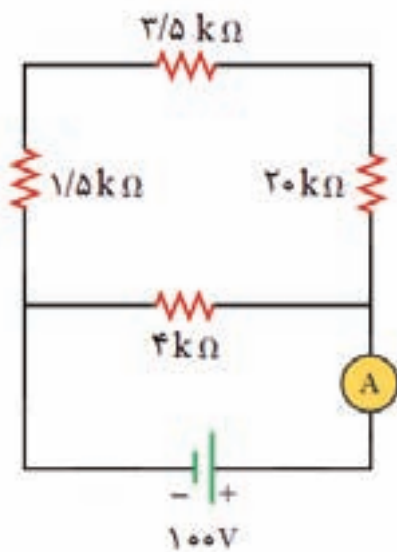
۹- در مدار شکل ۳-۴۸ عددی را که آمپرسنج در حالتی که کلید S باز است و در حالتی که کلید S بسته است

نشان می‌دهد تعیین کنید.

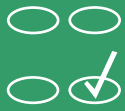


شکل ۳-۴۸

۱۰- در مدار شکل ۳-۴۹، آمپرسنج چه عددی را می‌خواند؟

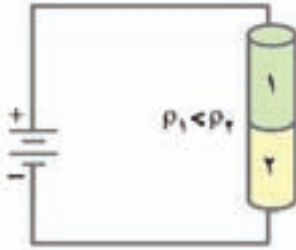


شکل ۳-۴۹



آزمون چند گزینه‌ای فصل ۳

۱- دو رسانای هم طول با جنس متفاوت توسط سیم‌های رابط به باتری وصل شده‌اند (شکل ۳-۵۰). کدام گزینه درست است؟



شکل ۳-۵۰

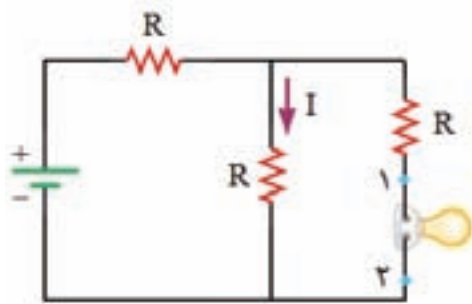
الف) افت ولتاژ دو سر هر رسانا یکسان است.

ب) جریان عبوری از رسانای ۱ بیش‌تر از رسانای ۲ است.

پ) آهنگ مصرف انرژی در رسانای ۲ بیش‌تر از رسانای ۱ است.

ت) میدان الکتریکی درون هر دو رسانا صفر است.

۲- نقطه‌های ۱ و ۲ در مدار شکل ۳-۵۱ را توسط سیم بدون مقاومتی به هم وصل می‌کنیم. در این صورت



شکل ۳-۵۱

الف) جریان I کاهش می‌یابد.

ب) جریان I افزایش می‌یابد.

پ) جریان I بدون تغییر می‌ماند.

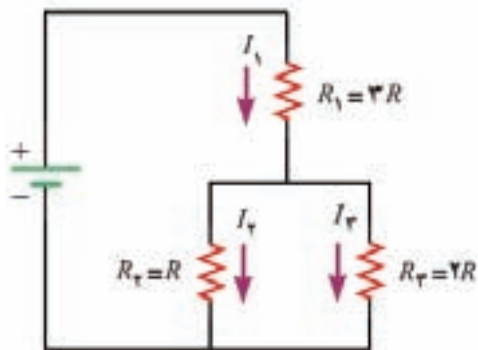
۳- کدام گزینه در مورد مدار شکل ۳-۵۲ درست است؟

ب) $I_1 = 3I_r$

الف) $I_1 > I_r$

ت) $I_1 > I_r = 2I_r$

پ) $I_r = 2I_1$



شکل ۳-۵۲

۴- کدام گزینه می‌تواند یکای انرژی الکتریکی باشد؟

پ) $\Omega.m$

ب) $V.A$

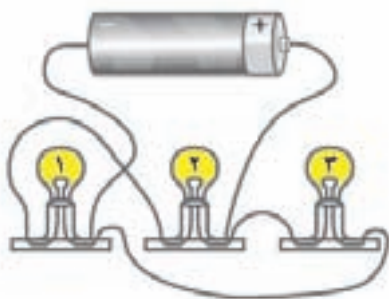
الف) $A^2.\Omega$

ج) $V.C$

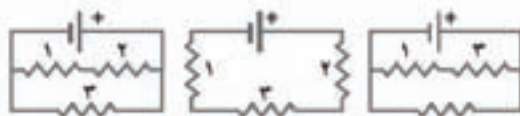
ث) A/C

ت) $N.m/V$

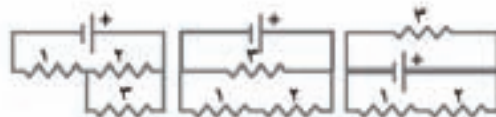
۵- شکل ۳-۵۳ مدارى شامل سه لامپ و يك باترى را نشان مى دهد كه توسط سيم هايى به هم وصل شده اند. کدام گزینه اين مدار را به طور نمادين درست نشان مى دهد؟



شکل ۳-۵۳



(الف) (ب) (پ)

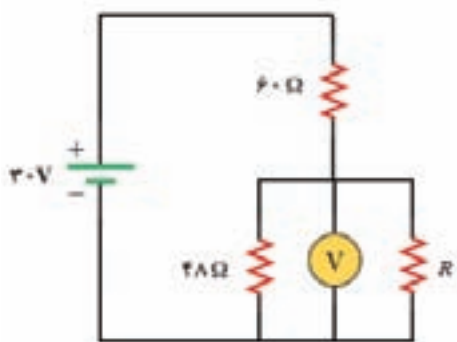


(ت) (ث) (ج)

۶- در مدار شکل ۳-۵۴ در صورتى كه ولت سنج عدد $5V$ را نشان مى دهد، مقاومت R چند اهم است؟

(الف) $24/0$ (ب) $16/0$ (پ) $12/6$

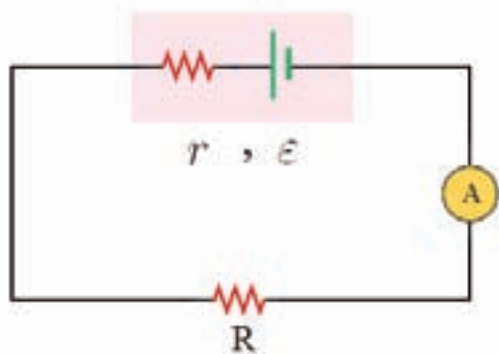
(ت) $12/0$ (ث) $10/0$



شکل ۳-۵۴

۷- يك باترى با نيروى محرکه ي $6V$ ولت را كه مقاومت درونى آن r است به مقاومت R مى بنديم و جريانى به

شدت $2A$ از آمپرسنج مى گذرد (شکل ۳-۵۵). افت ولتاژ در مقاومت درونى $\frac{1}{9}$ افت ولتاژ در مقاومت R است



شکل ۳-۵۵

$(Ir = \frac{1}{9} IR)$ مقاومت R چند اهم است؟

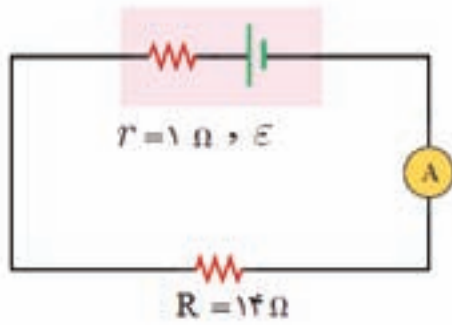
(الف) 15 (ب) 20 (پ) 27 (ت) 30

۸- ولتاژ بین دو نقطه ۵۰۰ ولت است. با صرف چند ژول انرژی، بار الکتریکی $\frac{1}{8}$ میکروکولن بین این دو نقطه جاری می‌شود؟

- الف) 4×10^{-3} (ب) 8×10^{-3} (پ) 4×10^{-4} (ت) 8×10^{-4}

۹- در مدار شکل ۳-۵۶ آمپرسنج جریان 5 A را می‌خواند. نیروی محرکه‌ی مولد و توان تلف شده در مولد به ترتیب چند ولت و چند وات است؟

- الف) $3/50$ و 25 (ب) $3/50$ و 375
 پ) $7/50$ و 25 (ت) $7/50$ و 375



شکل ۳-۵۶

۱۰- دو مقاومت مشابه R را یک بار به‌طور موازی و بار دیگر به‌طور سری به دو سر یک باتری می‌بندیم. جریانی که از هر کدام از این مقاومت‌ها می‌گذرد، در هر دو حالت یکسان است. مقاومت درونی باتری چه قدر است؟

- الف) صفر (ب) R (پ) $2R$ (ت) $R/2$

مغناطیس و کاربردهای آن

۴



در این فصل

آهن ربا و قطب‌های مغناطیسی

میدان‌های مغناطیسی

الکترومغناطیس

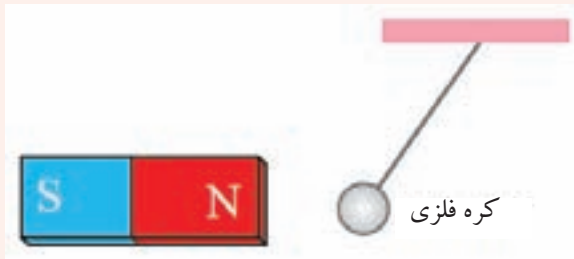
تولید الکتروسیته

آزمون تشریحی

آزمون چند گزینه‌ای

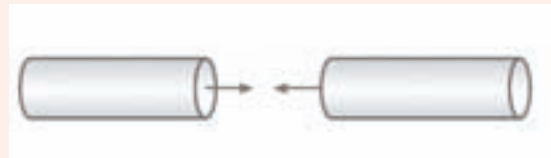


۴. وقتی قطب N آهن ربایی را به یک کره فلزی آویزان نزدیک می‌کنیم، می‌بینیم که کره فلزی به طرف آهن‌ربا کشیده می‌شود (شکل ۴-۴). اگر همین کار را با قطب S انجام دهیم، چه اتفاقی می‌افتد؟



شکل ۴-۴

۳. دو میله فلزی استوانه‌ای که از نظر الکتریکی خنثی هستند یکدیگر را می‌ربایند (شکل ۳-۴). فرض کنید هیچ وسیله دیگری به جز همین دو میله در اختیار نداریم. چگونه می‌توانیم تشخیص دهیم هر یک از میله‌ها خاصیت آهن‌ربایی دارند یا خیر؟



شکل ۳-۴

۲-۴ میدان‌های مغناطیسی

در فضای اطراف هر آهن‌ربا خاصیتی وجود دارد که نتیجه‌ی آن به هر عقربه‌ی مغناطیسی، هر آهن‌ربای واقع در آن فضا یا هر قطعه‌ی آهن نیرو وارد می‌کند. این خاصیت را با مفهوم میدان مغناطیسی و با نماد \vec{B} معرفی می‌کنیم.

جهت مماس بر خط‌های میدان مغناطیسی در هر نقطه، جهت \vec{B} را در آن نقطه نشان می‌دهد.

تراکم خط‌های میدان نشان دهنده‌ی بزرگی میدان \vec{B} است.

در قطب‌های آهن‌ربا، خط‌های میدان مغناطیسی دارای بیش‌ترین فشردگی هستند.

همه‌ی خط‌های میدان از آهن‌ربا می‌گذرند و همه‌ی آن‌ها حلقه‌ی بسته‌ای را تشکیل می‌دهند.

زمین خود آهن‌ربایی عظیم است و شکل میدان مغناطیسی آن مانند یک آهن‌ربای میله‌ای است که در مرکز زمین قرار دارد.

قطب‌های مغناطیسی زمین کاملاً بر قطب‌های جغرافیایی منطبق نیستند.

عقربه‌ی قطب‌نما معمولاً در جهت شمال واقعی قرار نمی‌گیرد.

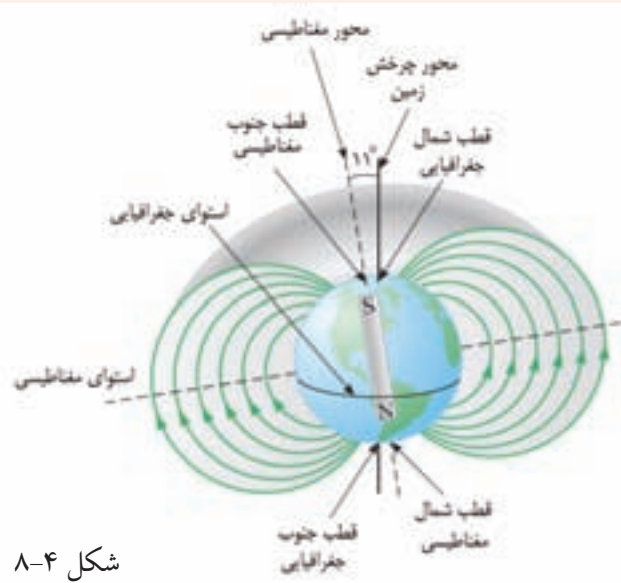
اختلاف بین سمت‌گیری عقربه‌ی مغناطیسی و شمال واقعی به میل مغناطیسی معروف است.



۷. در شکل ۴-۸

الف) بزرگی میدان مغناطیسی زمین را در استوا و در قطب شمال با هم مقایسه کنید.

ب) چرا کاربرد قطب‌نما در نزدیکی قطب شمال دشوار است؟



شکل ۴-۸

۸. به کمک جعبه‌ی کلمه‌ها، جمله‌های زیر را با انتخاب واژه‌ی مناسب کامل کنید.

متغیر، راستای، جهت، N، S، سوی، بزرگی، یکنواخت

الف) قطب عقربه‌ی مغناطیسی سوی میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

ب) هنگامی که یک آهن‌ربا در نزدیکی عقربه‌ی مغناطیسی قرار گیرد، عقربه می‌چرخد تا میدان مغناطیسی آهن‌ربا قرار گیرد.

پ) اگر در ناحیه‌ای از فضا خط‌های میدان مغناطیسی با یکدیگر موازی و هم‌فاصله باشند، میدان مغناطیسی را می‌نامند.

ت) مماس بر خط‌های میدان مغناطیسی در هر ناحیه از فضا نشانگر میدان مغناطیسی در آن ناحیه است.

الکترومغناطیس

۳-۴

در اطراف هر سیم حامل جریان I ، میدان مغناطیسی به وجود می‌آید. به کمک قاعده‌ی دست راست می‌توان جهت میدان \vec{B} را در اطراف یک سیم راست حامل جریان I تعیین کرد.

اگر سیم راستی که حامل جریان است را به صورت یک پیچ در آوریم، میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط آن به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد.

جهت میدان \vec{B} در یک پیچ نیز از قاعده‌ی دست راست تعیین می‌شود.

سیم‌لوله، مارپیچ بلندی از سیم‌هایی است که نزدیک یکدیگر پیچیده شده‌اند. طول سیم‌لوله معمولاً بزرگ‌تر از قطر آن است.

خط‌های میدان مغناطیسی درون یک سیم‌لوله‌ی واقعی به طول متناهی، تقریباً یکنواخت و بیرون سیم‌لوله ضعیف است.

پیچ‌هی حامل جریانی که دور یک هسته‌ی آهنی پیچیده شده باشد، آهن‌ربای الکتریکی نامیده می‌شود.

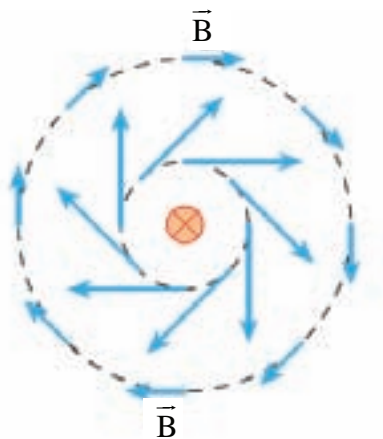
با توجه به جهت گیری عقربه‌ی مغناطیسی در اطراف سیم حامل جریان که عمود بر صفحه‌ی کتاب است (شکل ۹-۴)، جهت جریان را در سیم تعیین کنید.



شکل ۹-۴

پاسخ: با توجه به قاعده‌ی دست راست، جهت جریان باید به طرف خارج از صفحه‌ی کتاب باشد.

شکل ۱۰-۴ مجموعه‌ای از خط‌های میدان \vec{B} را در اطراف یک سیم حامل جریان نشان می‌دهد. دریافت خود را از این شکل بیان کنید.

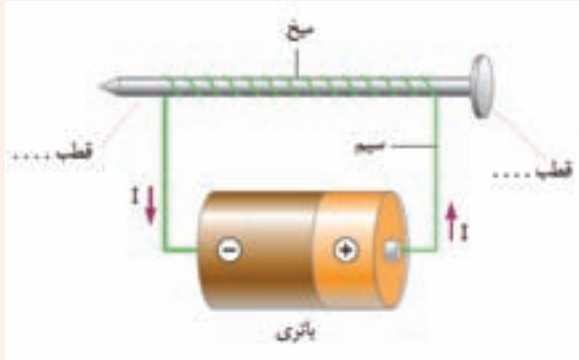


شکل ۱۰-۴

پاسخ: با افزایش فاصله از سیم حامل جریان، بزرگی میدان کاهش می‌یابد. هم‌چنین خط‌های میدان اطراف سیم حامل جریان، به صورت دایره‌های هم‌مرکزی هستند که سیم در مرکز آنها قرار دارد.

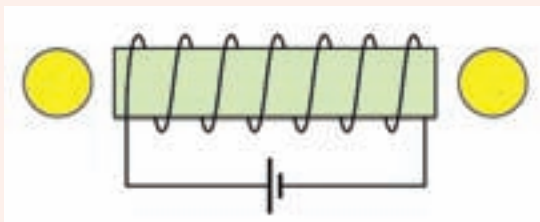


۱۰. شکل ۴-۱۲ یک آهن‌ربای الکتریکی ساده را نشان می‌دهد. قطب‌های آهن‌ربا را با توجه به جهت جریان تعیین کنید.



شکل ۴-۱۲

۱۲. در شکل ۴-۱۴، ابتدا جهت جریان را در مدار و سیم‌لوله تعیین کرده و سپس قطب‌های مغناطیسی را در دو طرف سیم‌لوله‌ی حاوی هسته‌ی آهنی پیدا کنید. با توجه به قطب‌های مغناطیسی سیم‌لوله، جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی را در دو دایره‌ی مجاور سیم‌لوله رسم کنید.



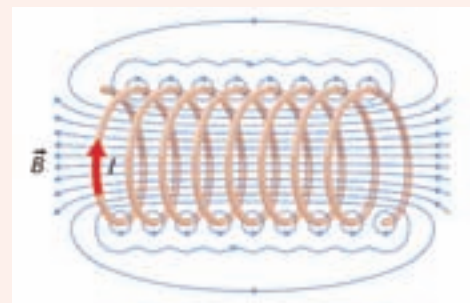
شکل ۴-۱۴

۹. با وصل کردن دو سر سیم به باتری در شکل ۴-۱۱ چه اتفاقی برای عقربه‌ی مغناطیسی قطب‌نما رخ می‌دهد؟



شکل ۴-۱۱

۱۱. در شکل ۴-۱۳ جهت خط‌های میدان مغناطیسی را درون و بیرون یک سیم‌لوله با هم مقایسه کرده و حداقل به دو نکته‌ی مهم اشاره کنید.

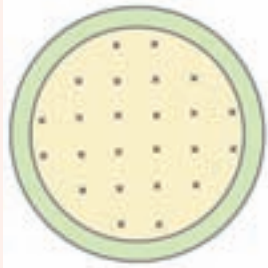


شکل ۴-۱۳



۱۴. در شکل ۴-۱۶ جهت میدان مغناطیسی داخل یک حلقه‌ی حامل جریان نشان داده شده است.

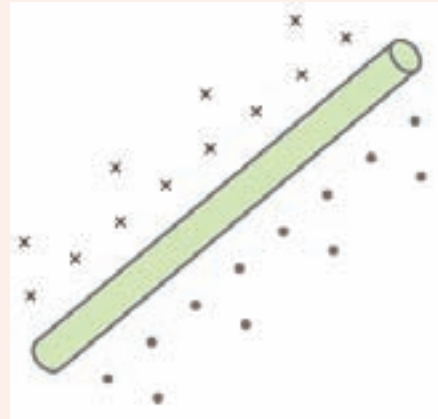
الف) جهت جریان در حلقه را روی شکل مشخص کنید.



شکل ۴-۱۶

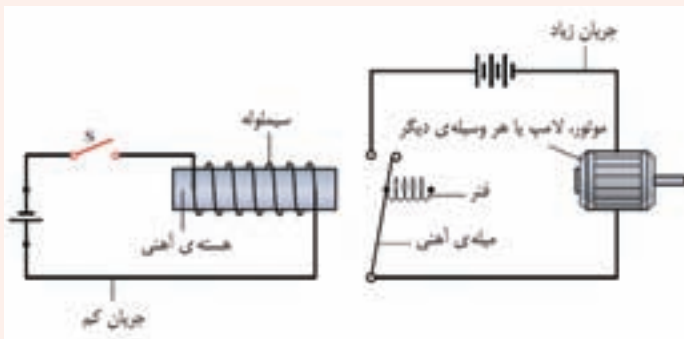
ب) آیا قطب N حلقه بالای صفحه‌ی کاغذ است یا زیر آن؟ توضیح دهید.

۱۳. با توجه به جهت میدان \vec{B} در اطراف سیم حامل جریان شکل ۴-۱۵، جهت جریان را در سیم تعیین کنید.



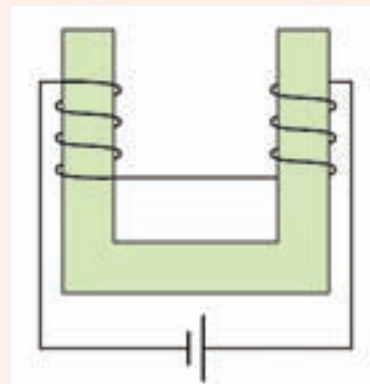
شکل ۴-۱۵

۱۶. شکل ۴-۱۸ طرحی از یک رله‌ی الکتریکی را نشان می‌دهد. توضیح دهید چگونه با بستن کلید S، مدار سمت راست شروع به کار می‌کند.



شکل ۴-۱۸

۱۵. با توجه به جهت جریان و با استفاده از قاعده‌ی دست راست، نوع قطب مغناطیسی را در هر یک از شاخه‌های هسته‌ی آهنی شکل ۴-۱۷ تعیین کنید.



شکل ۴-۱۷

اورستد در سال ۱۸۲۰ میلادی اثر مغناطیس ناشی از جریان الکتریکی را کشف کرد. در سال ۱۸۳۱ فارادی و هنری بکرل به طور جداگانه، به کمک آثار مغناطیسی، جریان الکتریکی تولید کردند.

تنها در صورتی در یک پیچه جریان القا می شود که میدان مغناطیسی در محل پیچه تغییر کند. این عبارت، بیان ساده‌ای از قانون القای الکترومغناطیسی فارادی است.

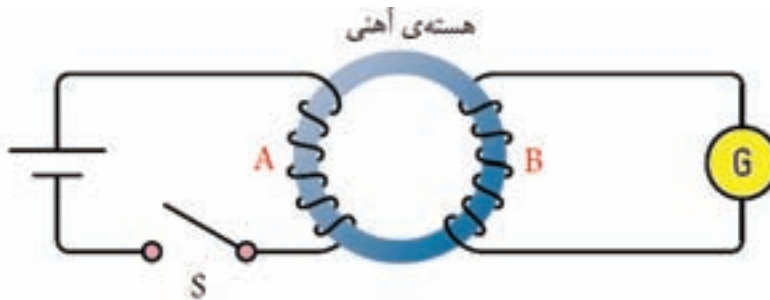
مولد برق شامل سیم پیچی است که بین قطب‌های یک آهن ربا می چرخد. مولدها و تمامی نیروگاه‌های تولید برق در ایران، جریان متناوب تولید می کنند. بسامد جریان متناوب تولید شده در نیروگاه‌ها برابر ۵۰ هرتز (۵۰Hz) است.

ولتاژ جریان‌های متناوب را به سادگی می توان به هر مقدار دلخواه افزایش و یا کاهش داد. این موضوع برای انتقال انرژی الکتریکی اهمیت زیادی دارد.

مبدل وسیله‌ای است که برای تغییر ولتاژ منبع ac مورد استفاده قرار می گیرد. مبدل افزایش دهنده، ولتاژ را افزایش و مبدل کاهش دهنده، ولتاژ را کاهش می دهد.

در یک مبدل آرمانی، که مقاومت پیچه‌های آن صفر فرض می شود، داریم: $V_1 / V_2 = N_1 / N_2$. در این رابطه V_1 و V_2 به ترتیب ولتاژ اولیه و ولتاژ ثانویه هستند. هم چنین N_1 و N_2 به ترتیب تعداد دورهای اولیه ی پیچه و تعداد دورهای ثانویه ی پیچه هستند.

دو سیم پیچ A و B روی یک هسته آهنی پیچیده شده‌اند (شکل ۴-۱۹). سیم پیچ A با کلیدی به باتری متصل است و سیم پیچ B به گالوانومتری که صفر آن در وسط قرار دارد بسته شده است.



شکل ۴-۱۹

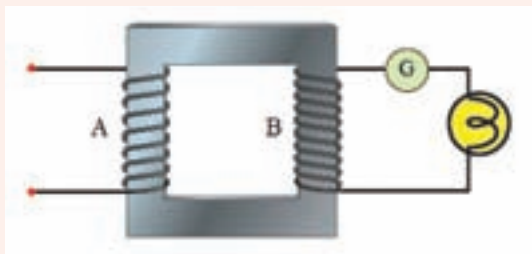
الف) اگر کلید S چند ثانیه‌ای بسته و سپس باز شود، عقربه‌ی گالوانومتر سیم پیچ B منحرف می‌شود. این موضوع را نکته به نکته توضیح دهید.

ب) اگر کلید برای مدتی هر چند طولانی بسته بماند، عقربه‌ی گالوانومتر منحرف نمی‌شود. چرا؟
 پاسخ: الف) با بسته شدن کلید S در پیچ‌های A، برای لحظه‌ای عقربه‌ی گالوانومتر منحرف شده و عبور جریان را از سیم پیچ B آشکار می‌کند. با باز شدن کلید S، دوباره عقربه‌ی گالوانومتر برای لحظه‌ای منحرف شده و عبور جریان را نشان می‌دهد. در حالت اخیر، عقربه‌ی گالوانومتر برخلاف جهت قبلی منحرف می‌شود و این موضوع نشان می‌دهد که باز یا بسته شدن کلید S در پیچ‌های A سبب ایجاد جریان‌هایی لحظه‌ای در پیچ‌های B می‌شود، به طوری که جهت جریان‌ها مخالف یکدیگر است.

ب) وقتی کلید S بسته می‌ماند، گالوانومتر عبور جریانی را از پیچ‌های B نشان می‌دهد. زیرا هنگام بسته ماندن کلید S، بزرگی یا جهت خط‌های میدان مغناطیسی که از پیچ‌های B عبور می‌کنند، تغییری نمی‌کنند.

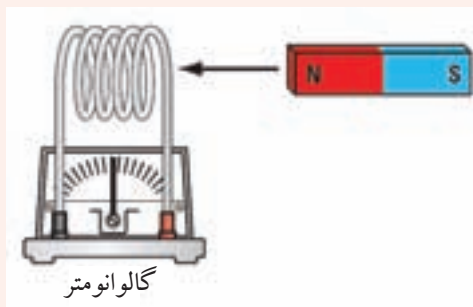


- ۱۸. مطابق شکل ۴-۲۱ آیا عقربه‌ی گالوانومتر در حالت‌های زیر منحرف می‌شود؟
- الف) جریان ثابت از سیم پیچ A بگذرد.
- ب) جریان دائمی از سیم پیچ A می‌گذرد که پیوسته قطع و وصل می‌شود.
- پ) جریان متناوبی از سیم پیچ A می‌گذرد.



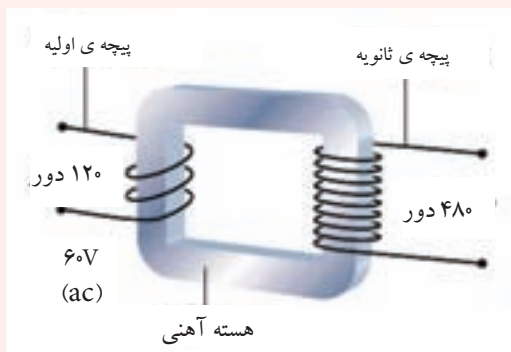
شکل ۴-۲۱

- ۱۷. در شکل ۴-۲۰ هنگامی که آهن‌ربا به درون پیچه حرکت کند، عقربه‌ی گالوانومتر به سمت راست منحرف می‌شود.
- الف) نام پدیده‌ای که بر اثر حرکت آهن‌ربا ایجاد می‌شود چیست؟
- ب) اگر آهن‌ربا از پیچه دور شود، انحراف عقربه چه تغییری می‌کند؟



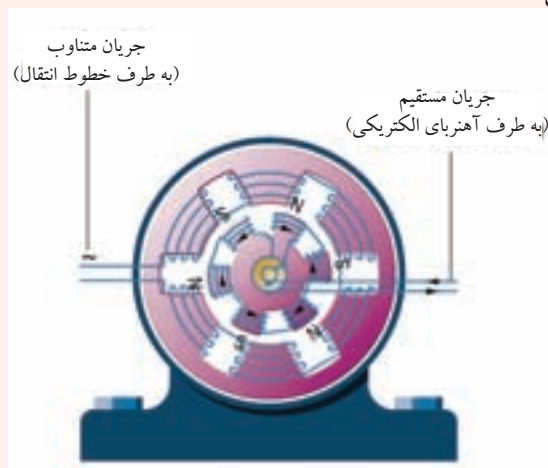
شکل ۴-۲۰

- ۲۰. با توجه به داده‌های روی شکل ۴-۲۳ ولتاژ خروجی توسط ثانویه‌ی مبدل چه قدر است؟



شکل ۴-۲۳

- ۱۹. شکل ۴-۲۲ مقطع یک مولد (ژنراتور) را نشان می‌دهد. توضیح دهید در هنگامی که جریان وارد سیم پیچ‌های چرخان می‌شود، مولد چگونه برق تولید می‌کند.

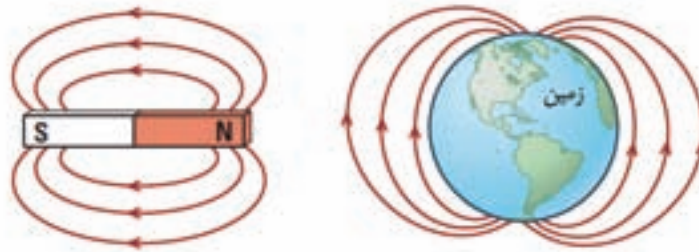


شکل ۴-۲۲



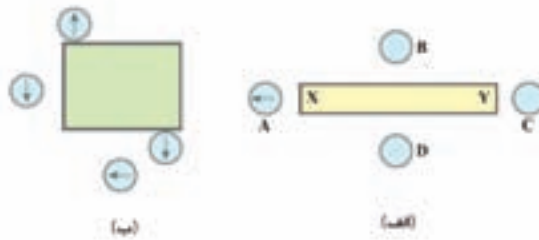
آزمون تشریحی فصل ۴

۱- در شکل ۴-۲۴ خط‌های میدان مغناطیسی یک آهن‌ربای میله‌ای و زمین نشان داده شده است. شباهت‌ها و تفاوت‌های این میدان‌ها را بیان کنید.



شکل ۴-۲۴

۲- الف) در شکل ۴-۲۵ الف جهت عقربه‌های مغناطیسی را در نقطه‌های B، C و D مشخص کنید.

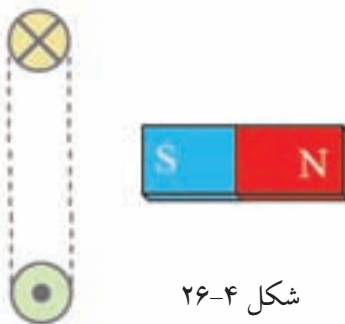


شکل ۴-۲۵

ب) کدام سر میله قطب N است؟

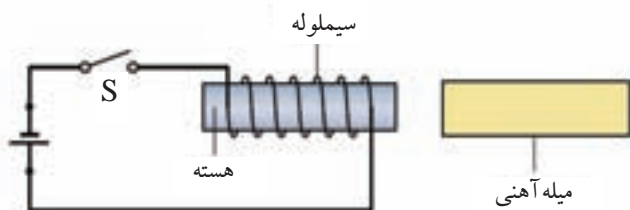
پ) دو آهن‌ربای میله‌ای درون جعبه‌ای قرار دارند. با توجه به شکل ۴-۲۵ ب نشان دهید این دو آهن‌ربا در چه وضعیتی نسبت به یکدیگرند.

۳- یک آهن‌ربای میله‌ای مطابق شکل ۴-۲۶ روی یک محور حلقه‌ی حامل جریان که عمود بر صفحه‌ی کاغذ است، قرار دارد. آیا آهن‌ربا به طرف حلقه جذب می‌شود یا دفع؟ توضیح دهید.



شکل ۴-۲۶

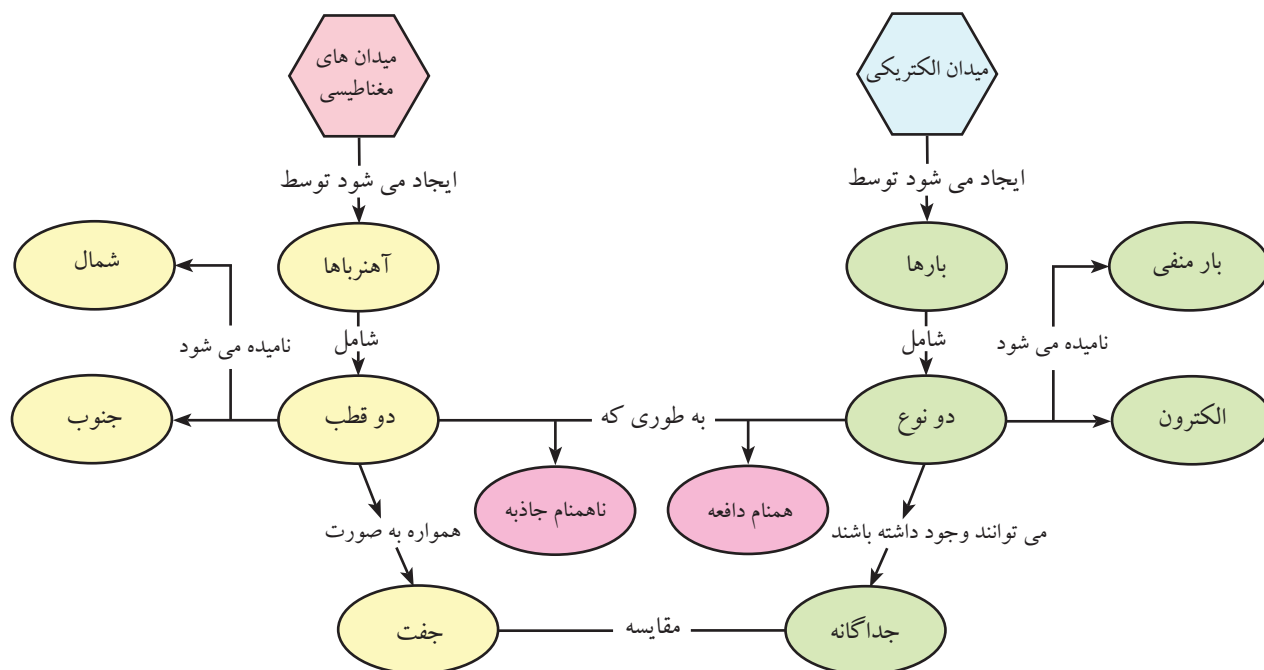
۴- یک میله آهنی مطابق شکل ۴-۲۷ در برابر یک سیم‌لوله‌ی هسته‌دار قرار گرفته است. با بستن S کلید :

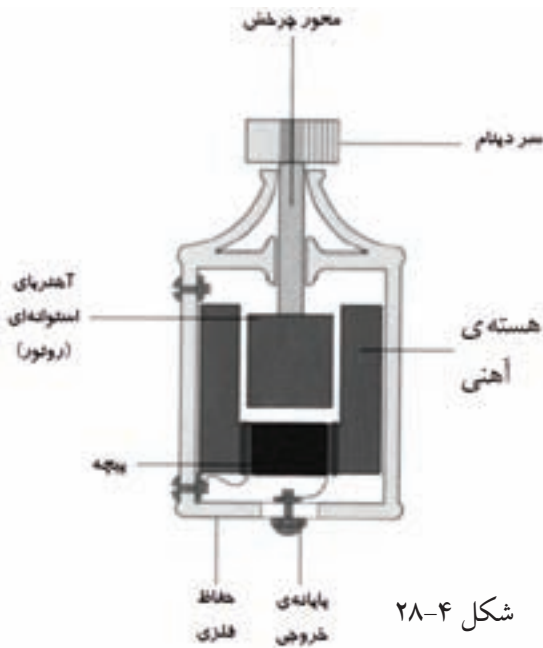


شکل ۴-۲۷

- الف) قطب‌های مغناطیسی سیم‌لوله را روی شکل معین کنید.
- ب) جهت میدان مغناطیسی ناشی از سیم‌لوله که از میله آهنی می‌گذرد، به چه صورت است؟
- پ) قطب‌های مغناطیسی را که بر اثر پدیده‌ی القای مغناطیسی در میله آهنی ایجاد می‌شود، مشخص کنید.
- ت) وقتی کلید S باز شود آیا میله آهنی به طرف چپ حرکت می‌کند یا راست یا می‌چرخد؟ توضیح دهید.

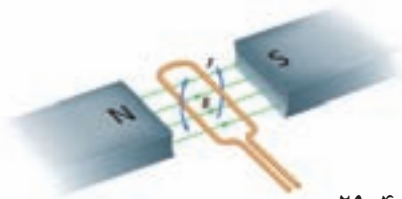
۵- نقشه‌ی مفهومی زیر را به صورت یک متن ساده‌ی فیزیکی بنویسید.





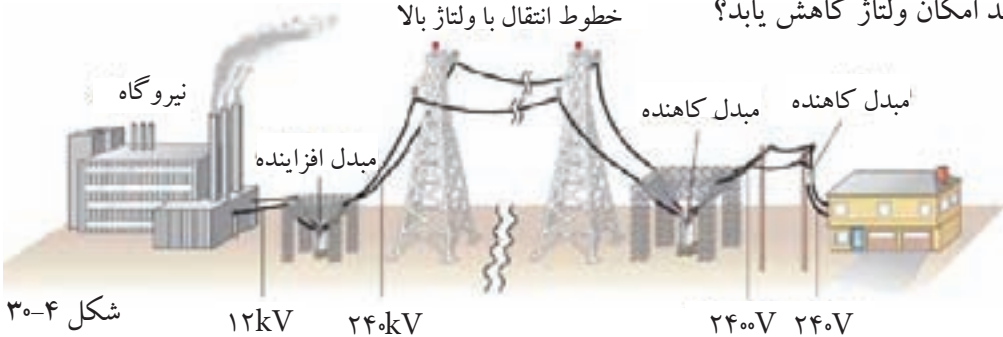
۶- شکل ۴-۲۸ ساختار یک دینام دو چرخه را نشان می‌دهد که در هنگام نیاز با تماس سر دینام با چرخ جلو یا عقب دو چرخه‌ی در حال حرکت، انرژی الکتریکی مورد نیاز تأمین می‌شود. توضیح دهید چگونه با چرخیدن سر دینام انرژی الکتریکی به وجود می‌آید.

۷- در موتور الکتریکی ساده‌ی شکل ۴-۲۹ قاب به‌طور پاد ساعتگرد می‌چرخد. جهت جریان در قاب هنگامی که از بالا دیده‌دمی‌شود، ساعتگرد است یا پاد ساعتگرد؟

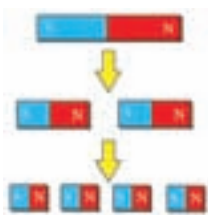


شکل ۴-۲۹

۸- مطابق شکل ۴-۳۰ سیم‌های خروجی مولد یک نیروگاه تولید برق به اولیه‌ی یک مولد افزایشده متصل می‌شود. با توجه به نظر خود درباره‌ی توان تلف شده در انتقال انرژی، توضیح دهید چرا مبدل افزایشده لازم است. چرا در محل مصرف باید تا حد امکان ولتاژ کاهش یابد؟ خطوط انتقال با ولتاژ بالا

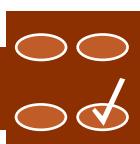


شکل ۴-۳۰



شکل ۴-۳۱

۹- به شکل ۴-۳۱ به دقت نگاه کنید و سپس دریافت خود را به صورت متنی کوتاه، در چند سطر بیان کنید.



آزمون چند گزینه‌ای



شکل ۳۲-۴

۱- در شکل ۳۲-۴ قطب‌نمای ۱ روی سیم و دیگری زیر سیم مستقیم و بلند حامل جریان I قرار گرفته‌اند. کدام گزینه جهت درست عقربه‌ی مغناطیسی را به ترتیب در هر یک از این قطب‌نماها نشان می‌دهد؟

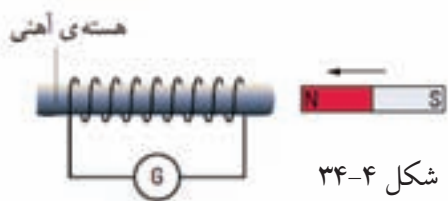
- الف) ← ، ←
 ب) → ، ←
 پ) ↑ ، ↓
 ت) ↓ ، ↑

۲- با توجه به شکل ۳۳-۴، جهت میدان مغناطیسی حاصل در نقطه‌ی p ناشی از میدان مغناطیسی دو آهن‌ربای میله‌ای مشابه کدام است؟



شکل ۳۳-۴

- الف) →
 ب) ←
 پ) ↑
 ت) ↓



شکل ۳۴-۴

۳- اگر در شکل ۳۴-۴ قطب N آهن‌ربا به طرف سیم‌لوله حرکت کند، کدام گزینه نادرست است؟

الف) در سیم‌لوله جریانی القا می‌شود که از گالوانومتر می‌گذرد.
 ب) انرژی مکانیکی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

پ) اگر آهن‌ربا را از قطب S به سیم‌لوله نزدیک کنیم جریانی در سیم‌لوله القا نمی‌شود و گالوانومتر عبور جریانی را نشان نمی‌دهد.

۴- موتور الکتریکی:

الف) انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند.

ب) انرژی گرمایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند.

پ) انرژی الکتریکی را تنها به انرژی گرمایی تبدیل می‌کند.

ت) انرژی گرمایی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند.

ث) انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی و گرما تبدیل می‌کند.

۵- مزیت جریان متناوب (ac) نسبت به جریان مستقیم (dc) در انتقال توان الکتریکی آن است که:

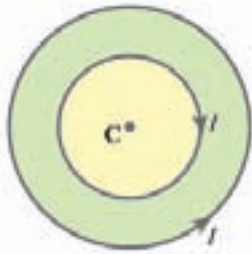
الف) می‌تواند یک‌طرفه شود.

ب) آسان‌تر تولید می‌شود.

پ) ایمن‌تر است.

ت) اتلاف آن هنگام انتقال کم‌تر است.

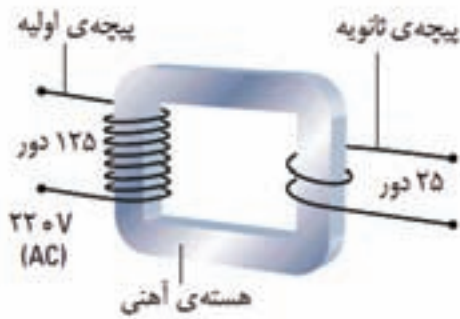
۶- با توجه به شکل ۴-۳۵ از دو حلقه‌ی رسانای هم مرکز، جریان‌های مساوی I می‌گذرد. جهت برابند میدان مغناطیسی در نقطه‌ی C چگونه است؟



شکل ۴-۳۵

- الف) \otimes (ب) \odot (پ) \rightarrow
 ت) \leftarrow (ث) \uparrow (ج) \downarrow

۷- شکل ۴-۳۶ یک مبدل کاهنده‌ی ac را نشان می‌دهد. ولتاژ خروجی (ثانویه) چه قدر است؟



شکل ۴-۳۶

- الف) 22 V (ب) 44 V
 پ) 66 V (ت) 88 V

فهرست منابع

- ۱- درك فیزیک، بریان آرنولد، ترجمه‌ی روح‌اله خلیلی بروجنی و مریم عباسیان، چاپ دوم ۱۳۸۸، انتشارات مدرسه.
- ۲- الکتریسته و فیزیک گرما، مارک الس و کریس هانیول، ترجمه‌ی روح‌اله خلیلی بروجنی و احمد توحیدی، چاپ اول ۱۳۸۹، انتشارات مدرسه.
- ۳- فیزیک دانشگاهی، جلد اول، ویرایش دوازدهم، هیویانگ و راجر فریدمن، ترجمه‌ی اعظم پورقاصی، روح‌اله خلیلی بروجنی و محمد تقی فلاحی مروست، ویراسته‌ی ناصر مقبلی، چاپ اول ۱۳۸۹، نشر علوم نوین.
- ۴- فیزیک دانشگاهی، جلد دوم، ویرایش دوازدهم، هیویانگ و راجر فریدمن، ترجمه‌ی اعظم پورقاصی، روح‌اله خلیلی بروجنی و محمد تقی فلاحی مروست، ویراسته‌ی ناصر مقبلی، چاپ اول ۱۳۹۰، نشر علوم نوین.

- 5- R. D. Knight, Physics, Second Edition, Pearson Addison Wesley, 2008.
- 6- Douglas C. Giancoli, Physics for Scientists and Engineers, Prentice Hall, 2008.
- 7- Serway / Vuille, College Physics, 8th Edition Brooks / Cole, 2009.
- 8- Tipens, Physics, 7th Edition, Mc Graw Hill, 2007.
- 9- Physics, Principles and Problems, Glencoe / Mc Grew-Hi, 2005.
- 10- B. Heimbecker, Physics: Concepts and Connections, Irwin Publishing, 2002.
- 11- Jim Brieithaupt, Key Science, 3th Edition, John Murray, 2001.

