



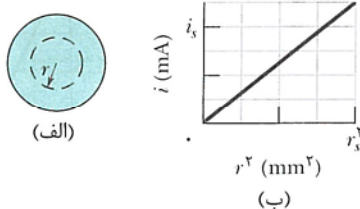
مسئله‌های آموزشی قابل دسترس (در نسخه مدرس).

SSM: پاسخ قابل دسترس در کتاب حل مسئله‌ها

WWW: پاسخ در

<http://www.wiley.com/college/halliday>

تعداد نقطه‌ها درجی دشوار بودن سطح مسئله را نشان می‌دهد. ILW: پاسخ یادگیری تعاملی در

 اطلاعات اضافی در سیرک پرنده‌ی فیزیک و در flyingcircusofphysics.com قابل دسترس است.


شکل ۲۳-۲۲ مسئله ۶

بخش ۲۲-۲ جریانی الکتریکی

۱۰- در مدت 4.0 min جریان 5.0 A در سیمی برقرار می‌شود، در این مدت از هر مقطع سیم (الف) چند کولن و (ب) چند الکترون، می‌گذرد؟

۲۰۰- شعاع کره‌ای رسانا و منزوی 1.00 cm است. سیمی جریان 2.0 A را به کره می‌رساند و سیم دیگری یک جریان 1.0 A را از آن خارج می‌کند. افزایش پتانسیل به اندازه‌ی 1000 V چقدر طول می‌کشد؟

۳۰۰- تسمه‌ی بارداری به پهنای 5.0 cm ، در بین مولد بار الکتریکی و کره‌ای با سرعت 3.0 m/s حرکت می‌کند. این تسمه بار را با آهنگ $100 \text{ } \mu\text{A}$ به داخل کره منتقل می‌کند. چگالی سطحی بار روی تسمه را محاسبه کنید.

بخش ۲۲-۳ چگالی جریان

۴۰- سازمان ملی کدگذاری الکتریکی (امریکا)، بیشینه‌ی جریان‌های مجاز برای سیم‌های مسی با روکش لاستیکی با قطرهای مختلف را تعیین می‌کند، که در جدول زیر (بخشی) از آن داده شده است. چگالی جریان مجاز را برحسب تابعی از قطر رسم کنید. کدام شماره‌ی سیم دارای بیشترین چگالی جریان مجاز است؟ (شماره‌ی سیستم نشان دهنده‌ی قطر سیم و $1 \text{ mil} = 10^{-3} \text{ in}$ است)

شماره‌ی سیم	۱۸	۱۶	۱۴	۱۲	۱۰	۸	۶	۴
قطر، میل	۴۰	۵۱	۶۴	۸۱	۱۰۲	۱۲۹	۱۶۲	۲۰۴
جریان مجاز، A	۳	۶	۱۵	۲۰	۲۵	۳۵	۵۰	۷۰

۵۰- WWW SSM بار یونیده در هر سانتی‌متر مکعب است که همگی آنها با تندی $1.0 \times 10^5 \text{ m/s}$ به سوی شمال حرکت می‌کنند. (الف) بزرگی و (ب) جهت چگالی جریان $\vec{J}$ چیست؟ (پ) به چه کمیت دیگری برای محاسبه‌ی جریان کل i در این باریکه‌ی یونی نیاز دارید؟

۶۰- یک سیم استوانه‌ای معین حامل جریان است. دایره‌ای به شعاع r نسبت به محور مرکزی آن در شکل ۲۲-۲۴ الف رسم می‌کنیم و می‌خواهیم جریان i داخل دایره را تعیین کنیم. شکل ۲۲-۲۳ ب جریان i را برحسب تابعی از r^2 نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $i_s = 4.0 \text{ mA}$ و محور افقی با $r_s^2 = 4.0 \text{ mm}^2$ مشخص شده است. (الف) آیا چگالی جریان یکنواخت است؟ (ب) اگر این طور است بزرگی آن چقدر است؟

۷۰- فیوز یک مدار الکتریکی سیمی است که چنان طراحی شده که اگر جریان از یک مقدار پیش‌بینی شده بیشتر شود ذوب می‌شود و مدار را باز می‌کند. فرض کنید که وقتی چگالی جریان به بیش از 440 A/cm^2 می‌رسد ماده به کار رفته در فیوز ذوب می‌شود. قطر یک سیم استوانه‌ای که برای محدود کردن جریان به 5.0 A در فیوز به کار می‌رود، باید چقدر باشد؟

۸۰- جریان کوچک ولی قابل اندازه‌گیری $1.0 \times 10^{-10} \text{ A}$ در یک سیم مسی به قطر 2.5 mm برقرار است. تعداد حامل‌های بار بر یکای حجم m^{-3} 8.49×10^{28} است. با فرض اینکه جریان یکنواخت باشد، (الف) چگالی جریان و (ب) تندی سوقی الکترون را محاسبه کنید.

۹۰۰- بزرگی $J(r)$ چگالی جریان در یک سیم استوانه‌ای معین برحسب تابعی از فاصله‌ی شعاعی از مرکز مقطع سیم به صورت $J(r) = Br$ است، که در آن r برحسب متر، J برحسب آمپر بر متر مربع و $B = 2.00 \times 10^5 \text{ A/m}^2$ است. این تابع در خارج از شعاع 2.00 mm سیم برقرار است. اگر پهنای شعاعی حلقه $10.0 \text{ } \mu\text{m}$ و در فاصله‌ی شعاعی 1.20 mm واقع باشد، چقدر جریان در پهنای این حلقه هم مرکز با سیم وجود دارد؟

۱۰۰۰- بزرگی J چگالی جریان در سیم معینی با مقطع دایره‌ای به شعاع $R = 2.00 \text{ mm}$ با $J = (3.00 \times 10^8) r^2$ داده می‌شود، که در آن J برحسب آمپر بر متر مربع و r فاصله‌ی شعاعی برحسب متر است. چه جریانی از بخش بیرونی محدود شده به $r = 0.900 R$ و $r = R$ می‌گذرد؟

۱۱۰۰- اگر بزرگی چگالی جریان با (الف) $J_a = J_0 r/R$ و (ب) $J_b = J_0 (1 - r/R)$ داده شود، جریان در سیمی به شعاع $R = 3.40 \text{ mm}$ چقدر است، r فاصله‌ی شعاعی و $J_0 = 5.50 \times 10^4 \text{ A/m}$ است؟ (پ) چه عملکردی چگالی جریان را در نزدیکی سطح سیم بیشینه می‌کند؟

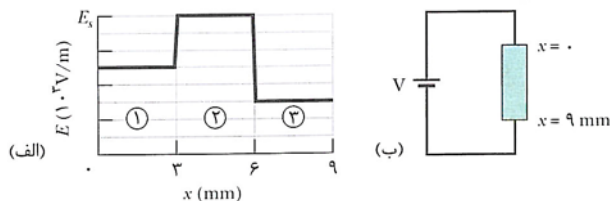
۱۲۰۰- در نزدیکی سطح زمین، چگالی پروتون‌ها در باد خورشیدی

۲۱۰۰- ILW یک لامپ فلاش معمولی در 0.30 A و 2.9 V (مقدارهای جریان و ولتاژ در شرایط کاری) کار می‌کند. اگر مقاومت رشته‌ی تنگستن در دمای اتاق (20°C) $1/1\ \Omega$ باشد، دمای رشته در هنگام روشن بودن چقدر است؟

۲۲۰۰-  پرواز بادبادک در توفان. این کار برجسته که بنیامین فرانکلین بادبادکی را موقع شروع توفان به پرواز درآورد فقط کاری بزرگ است- او نه احمق بود و نه می‌خواست خودکشی کند. فرض کنید شعاع نخ بادبادک 2.00 mm و به طور مستقیم تا 0.800 km امتداد داشته و با لایه‌ای از آب به ضخامت 0.500 mm که مقاومت ویژه‌ی آن $150\ \Omega\cdot\text{m}$ است پوشیده شده باشد. اگر اختلاف پتانسیل بین دو انتهای نخ 160 MV باشد، چه جریانی از لایه‌ی آب می‌گذرد؟ خطر در این جریان نیست ولی احتمال دارد این نخ آذرخشی را که می‌تواند جریانی به بزرگی 500000 A را داشته باشد به خود بکشد. (ورای آن است که فقط مرگبار باشد)

۲۳۰۰-  هرگاه 115 V به سیمی که طول آن 1.0 m و شعاع آن 0.30 mm است اعمال شود، چگالی جریان برابر با $1/4 \times 10^4\text{ A/m}^2$ می‌شود. مقاومت ویژه‌ی سیم را پیدا کنید.

۲۴۰۰-  شکل ۲۲-۲۴ الف بزرگی $E(x)$ میدان‌های الکتریکی را نشان می‌دهد که توسط یک باتری در میله‌ای مقاومت‌دار به طول 9.00 mm (شکل ۲۲-۲۴ ب) برقرار شده است. مقیاس محور قائم با $E_s = 4.00 \times 10^2\text{ V/m}$ مشخص شده است. میله شامل سه بخش از یک جنس ولی با شعاع‌های متفاوت است. (نمودار طرح‌وار شکل ۲۲-۲۴ ب شعاع‌های متفاوت را مشخص نمی‌کند.) شعاع بخش ۳ برابر 2.00 mm است. شعاع (الف) بخش ۱ و (ب) بخش ۲ چقدر است؟



شکل ۲۴-۲۲ مسئله‌ی ۲۴

۲۵۰۰- ILW SSM سیمی با مقاومت $6.0\ \Omega$ با دستگاه حدیده کشیده می‌شود به طوری که طول آن به سه برابر طول اولیه برسد. با فرض اینکه مقاومت ویژه و چگالی ماده تغییر نکند، مقاومت سیم بلندتر را پیدا کنید.

۲۶۰۰-  در شکل ۲۲-۲۵ الف، یک باتری 9.00 V به یک مقاومت به شکل نوار متصل شده است که دارای سه بخش با مساحت مقطع یکسان ولی رسانندگی‌های متفاوت است. شکل ۲۲-۲۵ ب پتانسیل الکتریکی $V(x)$ را برحسب مکان x در راستای نوار نشان می‌دهد. مقیاس محور افقی با $x_s = 8.00\text{ mm}$ مشخص شده است. بخش ۳ دارای رسانندگی $(\Omega\cdot\text{m})^{-1}$ 3.00×10^7 است.

(جریانی از ذره‌های گسیل شده از خورشید) 8.70 cm^{-3} و تندی آنها 470 km/s است. (الف) چگالی جریان این پروتون‌ها را پیدا کنید. (ب) اگر میدان مغناطیسی زمین اینها را منحرف نکند و پروتون‌ها به زمین برخورد کنند، در این صورت کل جریانی که زمین دریافت می‌کند چقدر است؟

۱۳۰۰- ILW  چقدر طول می‌کشد تا الکترون‌ها از باتری اتومبیل به استارت موتور برسند؟ فرض کنید که جریان 300 A و الکترون‌ها از طریق سیم مسی با مساحت مقطع 0.21 cm^2 و به طول 0.85 m حرکت می‌کنند. تعداد حامل‌های بار بر یکای حجم m^{-3} 8.49×10^{28} است.

بخش ۲۲-۴ مقاومت و مقاومت ویژه

۱۴۰-  اگر جریانی به کوچکی 50 mA از نزدیکی قلب انسان عبور کند باعث مرگ ناشی از برق گرفتگی می‌شود. یک برقکار با دست‌های عرق کرده با دو رسانایی که هریک را با یک دست نگهداشته است تماس کامل پیدا می‌کند. اگر مقاومت او برابر با $2000\ \Omega$ باشد، ولتاژ مرگبار چقدر است؟

۱۵۰- SSM پیچه‌ای از 250 دور سیم مسی نمره ۱۶ (قطر = $1/32\text{ mm}$) به صورت یک لایه دور استوانه‌ای به شعاع 12 cm تشکیل شده است. مقاومت این پیچه چقدر است؟ ضخامت عایق بندی قابل چشمپوشی است (از جدول ۲۲-۱ استفاده کنید).

۱۶۰-  مس و آلومینیوم در خط انتقال ولتاژ بالا که باید حامل جریان 600 A باشد به کار گرفته می‌شوند. مقاومت بر یکای طول $0.150\ \Omega/\text{km}$ است. چگالی‌های مس و آلومینیوم به ترتیب 8960 kg/m^3 و 2600 kg/m^3 است. (الف) بزرگی J چگالی جریان و (ب) جرم بر یکای طول λ را برای کابل مسی و (پ) J و (ت) λ را برای کابل آلومینیومی محاسبه کنید.

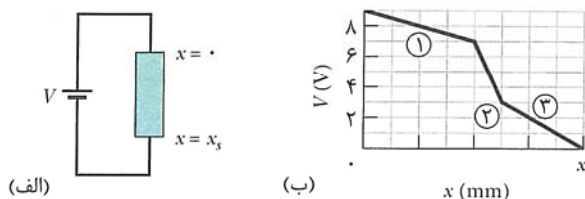
۱۷۰-  طول سیمی از نیکروم (آلیاژی از نیکل-کروم-آهن که معمولاً در سیم‌های گرم کننده به کار می‌رود) 1.0 m و مساحت مقطع آن 1.0 mm^2 است. هرگاه اختلاف پتانسیل اعمال شده بین دو سر آن 2.0 V باشد، جریان 4.0 A از آن می‌گذرد. رسانندگی σ نیکروم را محاسبه کنید.

۱۸۰-  مقاومت سیمی به طول 4.00 m و قطر 6.00 mm برابر با $15.0\text{ m}\Omega$ است. اختلاف پتانسیل 23.0 V به دو سر آن اعمال می‌شود. (الف) جریان در سیم چقدر است؟ (ب) بزرگی چگالی جریان چقدر است؟ (پ) مقاومت ویژه‌ی ماده‌ی سیم را محاسبه کنید. (ت) با استفاده از جدول ۲۲-۱ جنس سیم را مشخص کنید.

۱۹۰- SSM قطر یک سیم رسانا 1.0 mm ، طول آن 2.0 m و مقاومت آن $5.0\text{ m}\Omega$ است. مقاومت ویژه‌ی ماده‌ی آن چقدر است؟

۲۰۰-  مقاومت سیمی برابر با R است. مقاومت سیم دیگری که از همان جنس ساخته شده و طول و قطر آن نصف شده باشد، چقدر است؟

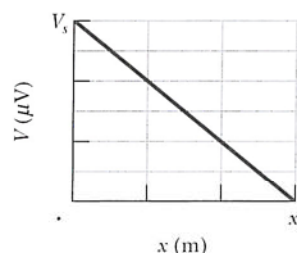
رسانندگی بخش (الف) ۱ و (ب) ۲ چقدر است؟



شکل ۲۵-۲۲ مسئله ۲۶

۲۷۰۰-SSM WWW دو رسانا از یک جنس اند و طول آنها برابر است. رسانای A یک سیم توپر به قطر ۱/۰ mm است. رسانای B یک لوله تو خالی به قطر خارجی ۲/۰ mm و قطر داخلی ۱/۰ mm است. نسبت R_A/R_B که بین دو سر هریک اندازه گیری می شود چقدر است؟

۲۸۰۰-GO شکل ۲۶-۲۲ پتانسیل الکتریکی $V(x)$ را در راستای یک سیم مسی حامل جریان یکنواخت، از نقطه با پتانسیل بالای $V_s = ۱۲/۰ \mu V$ در $x=0$ تا نقطه با پتانسیل صفر در $x_s = ۳/۰ m$ نشان می دهد. شعاع سیم ۲/۰۰ mm است. جریان در سیم چقدر است؟



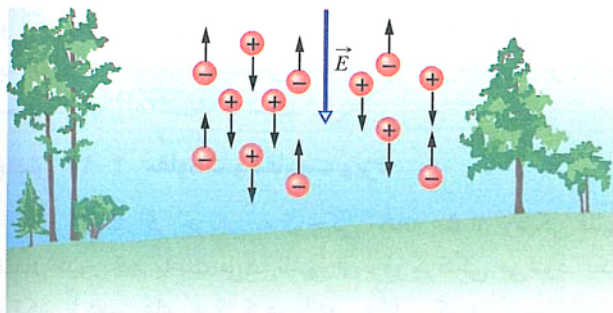
شکل ۲۶-۲۲ مسئله ۲۸

۲۹۰۰- یک اختلاف پتانسیل ۳/۰۰ nV در دو سر یک سیم مسی به طول ۲/۰۰ cm و شعاع ۲/۰۰ mm برقرار می شود. چقدر بار از طریق مقطع سیم در ۳/۰۰ ms سوق داده می شود؟
۳۰۰۰- اگر شمارهی سیمی ۶ عدد زیاد شود، قطر آن نصف می شود؛ اگر شمارهی سیم به اندازه ی ۱ افزایش یابد، قطر با ضریب $2^{1/6}$ کم می شود، (به جدول مسئله ۴ نگاه کنید). با دانستن این، و با دانستن اینکه ۱۰۰۰ ft از یک سیم شمارهی ۱۰ دارای مقاومت تقریبی ۱/۰۰ Ω است، مقاومت ۲۵ ft از سیم مسی با شمارهی ۲۲ را برآورد کنید.

۳۱۰۰- یک کابل الکتریکی ۱۲۵ رشته سیم نازک دارد که مقاومت هر یک $۲/۶۵ \mu \Omega$ است. اختلاف پتانسیل یکسانی بین دو سر همه ی رشته ها اعمال و جریان کل ۰/۷۵۰ A حاصل می شود. (الف) جریان در هر رشته چقدر است؟ (ب) اختلاف پتانسیل اعمال شده چقدر است؟ (پ) مقاومت کابل چقدر است؟

۳۲۰۰- در جو نزدیک سطح زمین یون های منفی و مثبت وجود دارند که به وسیله ی عنصرهای پرتوزای موجود در خاک و پرتوهای کیهانی فضا ایجاد شده اند. در یک ناحیه ی معین جو، شدت میدان الکتریکی ۱۲۰ V/m و در جهت قائم رو به پایین

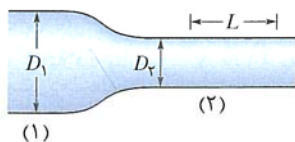
است. این میدان سبب می شود یون های مثبت یک بار یونیده، با چگالی $۶۲۰ \text{ cm}^{-۳}$ رو به پایین و یون های منفی یک بار یونیده، با چگالی $۵۵۰ \text{ cm}^{-۳}$ رو به بالا رانده شوند (شکل ۲۷-۲۲). رسانندگی ویژه ی اندازه گیری شده ی هوا در این ناحیه برابر با $(\Omega \cdot m)^{-۱} = ۲/۷۰ \times ۱۰^{-۴}$ است. (الف) بزرگی چگالی جریان و (ب) تندی سوقی یونها را با فرض اینکه برای یون های مثبت و منفی یکسان است محاسبه کنید.



شکل ۲۷-۲۲ مسئله ۳۲

۳۳۰۰- مساحت مقطع عرضی قطعه ای به شکل مستطیل توپر برابر با $۳/۵۰ \text{ cm}^2$ و طول از جلو تا عقب ۱۵/۸ cm و مقاومت آن ۹۳۵Ω است. این قطعه از ماده ای است که $۵/۳۳ \times ۱۰^{۲۲}$ الکترون رسانشی بر متر مکعب دارد. بین عقب و جلو آن اختلاف پتانسیل ۳۵/۸ V برقرار شده است. (الف) جریان در قطعه چقدر است؟ (ب) اگر چگالی جریان یکنواخت باشد، مقدار آن چقدر است؟ (پ) تندی سوقی الکترون های رسانشی چقدر است؟ (ت) بزرگی میدان الکتریکی در قطعه چقدر است؟

۳۴۰۰-GO شکل ۲۸-۲۲ در بخش ۱ سیمی به قطر $D_1 = ۴/۰۰ R$ و در بخش ۲ سیمی به قطر $D_2 = ۲/۰۰ R$ را نشان می دهد که با باریک شدن تدریجی به هم متصل شده اند. سیم از مس است و جریانی از آن می گذرد. فرض کنید که جریان به طور یکنواخت در هر سطح مقطعی در پهنای سیم توزیع شده است. اختلاف پتانسیل الکتریکی V در طول $L = ۲/۰۰ m$ نشان داده شده در بخش ۲ برابر با $۱۰/۰ \mu V$ است. تعداد حامل های بار بریکای حجم برابر با $۸/۴۹ \times ۱۰^{۲۸} \text{ m}^{-۳}$ است. تندی سوقی الکترون های بخش ۱ چقدر است؟



شکل ۲۸-۲۲ مسئله ۳۴

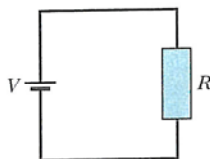
۳۵۰۰- در شکل ۲۹-۲۲، در مخروط ناقصی با مقطع دایره ای و با مقاومت ویژه ی $۷۳۱ \Omega \cdot m$ جریانی برقرار شده است. شعاع سمت چپ $a = ۲/۰۰ \text{ mm}$ و شعاع سمت راست $b = ۲/۳۰ \text{ mm}$ و طول آن $L = ۱/۹۴ \text{ cm}$ است. فرض کنید که چگالی جریان در هر مقطعی عمود بر طول یکنواخت باشد. مقاومت مخروط چقدر است؟

۳۹۰- در یک اجاق داغ برای پخت سوسیس با اعمال یک اختلاف پتانسیل 120 V به دو سر اجاق و به کمک انرژی گرمایی ایجاد شده در آن، سوسیس می‌پزد. جریان $10/0\text{ A}$ و انرژی لازم برای پختن یک سوسیس $60/0\text{ kJ}$ است. اگر آهنگ انرژی اعمال شده تغییر نکند، چقدر طول می‌کشد تا سه سوسیس به طور همزمان بپزد؟

۴۰۰- انرژی گرمایی در یک مقاومت با آهنگ 100 W به هنگام عبور جریان $3/00\text{ A}$ از آن ایجاد می‌شود. مقاومت آن چقدر است؟

۴۱۰- SSM اختلاف پتانسیل 120 V به یک بخاری برقی که در حالت روشن مقاومت آن 14Ω است اعمال می‌شود. (الف) با چه آهنگی انرژی الکتریکی به گرما تبدیل می‌شود؟ (ب) به ازای هر کیلو وات ساعت (kW.h) برابر با $0/05$ دلار، کارکرد وسیله به مدت $5/0\text{ h}$ چه هزینه‌ای خواهد داشت؟

۴۲۰- در شکل ۳۲-۲۲، باتری با اختلاف پتانسیل $V=12\text{ V}$ به نواری با مقاومت $R=6/0\Omega$ متصل شده است. وقتی الکترونی از یک سر نوار به سر دیگر آن حرکت کند، (الف) در چه جهتی در شکل الکترون‌ها حرکت می‌کنند، (ب) توسط میدان الکتریکی داخل نوار چقدر کار روی الکترون انجام می‌گیرد و (پ) توسط الکترون چقدر انرژی به انرژی گرمایی نوار تبدیل می‌شود؟



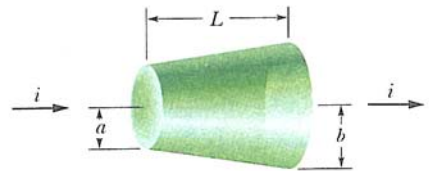
شکل ۳۲-۲۲ مسئله ۴۲

۴۳۰- ILW مقاومت نامعلومی به پایانه‌های یک باتری $3/00$ ولتی بسته شده است. انرژی با آهنگ $0/540\text{ W}$ در مقاومت تلف می‌شود. سپس همین مقاومت به یک باتری $1/50$ ولتی بسته می‌شود. اکنون انرژی با چه آهنگی تلف می‌شود؟

۴۴۰- دانشجویی رادیوی $9/0\text{ V}$ و $7/0\text{ W}$ خود را از ساعت $9/00$ صبح تا $2/00$ بعد از ظهر با بلندترین صدا روشن نگه می‌دارد. در این مدت چقدر بار وارد رادیو شده است؟

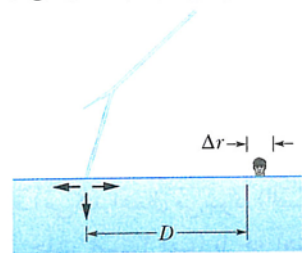
۴۵۰- SSM ILW یک بخاری تابشی 1250 واتی برای عمل در 115 V ساخته شده است. (الف) جریان در بخاری موقع کار چقدر خواهد بود؟ (ب) مقاومت پیچ‌های بخاری چقدر است؟ (پ) چقدر انرژی گرمایی در $1/0\text{ h}$ توسط بخاری ایجاد می‌شود؟

۴۶۰۰- GO جریان $2/00\text{ A}$ به طور یکنواخت در مساحت مقطع یک سیم مسی با سطح مقطع $2/00 \times 10^{-6}\text{ m}^2$ و طول $4/00\text{ m}$ توزیع شده است. (الف) بزرگی میدان الکتریکی و طول سیم چقدر است؟ (ب) در مدت 3 min چقدر انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود؟



شکل ۲۲-۲۹ مسئله ۳۵

۳۶۰۰- GO شنا در توفان. شکل ۳۰-۲۲ شناگری را در فاصله‌ی $D=35/0\text{ m}$ از محل آذرخش با آب را نشان می‌دهد که جریان آن 78 kA است. مقاومت ویژه‌ی آب $30\Omega \cdot \text{m}$ ، پهنای شناگر در راستای خط شعاعی از محل اصابت $0/70\text{ m}$ و مقاومت او در این پهنای $4/00\text{ K}\Omega$ است. فرض کنید جریان روی آب در کره‌ای به مرکز محل اصابت پخش می‌شود. چه جریانی از شناگر می‌گذرد؟



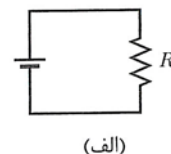
شکل ۳۰-۲۲ مسئله ۳۶

بخش ۲۲-۶ نگرش میکروسکوپی قانون اهم

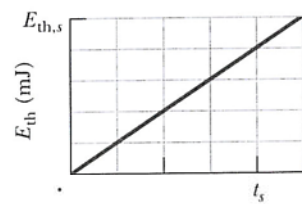
۳۷۰۰- بر اساس مدل الکترون آزاد رسانش الکتریکی در فلزها و فیزیک کلاسیک، نشان دهید که مقاومت ویژه‌ی فلزها با $\sqrt{T}$ متناسب است، که T دما برحسب کلوین است. (به معادله‌ی ۳۱-۱۵ نگاه کنید.)

بخش ۲۲-۷ توان در مدارهای الکتریکی

۳۸۰- در شکل ۳۱-۲۲ الف مقاومت 20Ω به باتری وصل شده است. شکل ۳۱-۲۲ ب افزایش انرژی گرمایی E_{th} در مقاومت را برحسب تابعی از زمان t نشان می‌دهد. مقیاس محور قائم با $E_{th,s} = 2/50\text{ mJ}$ و مقیاس محور افقی با $t_s = 4/0\text{ s}$ مشخص شده است. اختلاف پتانسیل دو سر باتری چقدر است؟



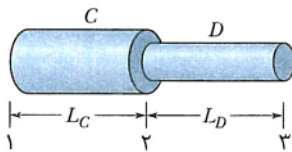
(الف)



(ب)

شکل ۳۱-۲۲ مسئله ۳۸

پتانسیل الکتریکی بین (الف) نقطه‌های ۱ و ۲ و (ب) نقطه‌های ۲ و ۳ چقدر است؟ آهنگ اتلاف انرژی بین (پ) نقطه‌های ۱ و ۲ و (ت) نقطه‌های ۲ و ۳ چقدر است؟

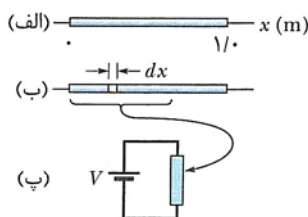


شکل ۲۲-۳۴ مسئله ۵۳

۵۲۰۰-۶۰ بزرگی چگالی جریان در یک سیم دایره‌ای معین $J = (2/75 \times 10^9 \text{ A/m}^2) r^2$ است، که در آن r فاصله شعاعی رو به بیرون سیم به شعاع $3/00 \text{ mm}$ است. پتانسیل اعمال شده بر سیم (در دو سر) $60/0 \text{ V}$ است. در مدت $1/00 \text{ h}$ چقدر انرژی به انرژی گرمایی تبدیل می‌شود؟

۵۳۰۰-اختلاف پتانسیل 120 V به یک بخاری برقی که در ضمن کار 500 W مصرف می‌کند اعمال می‌شود. (الف) مقاومت بخاری در موقع کار کردن چقدر است؟ (ب) با چه آهنگی الکترون‌ها از هر مقطعی از عنصر گرم کننده می‌گذرند؟

۵۴۰۰-شکل ۲۲-۳۵ الف میله‌ی مقاومت داری را نشان می‌دهد. مقاومت بریکای طول میله در جهت مثبت محور x افزایش می‌یابد. در هر نقطه x در طول میله، مقاومت dR قسمت باریکی (دیفرانسیلی) با پهنای dx با $dR = 5/00 x dx$ داده می‌شود که برحسب اهم و x برحسب متر است. شکل ۲۲-۳۵ ب این قسمت باریک را نشان می‌دهد. طولی از میله از $x=0$ تا $x=L$ را می‌بریم و این طول را به یک باتری با اختلاف پتانسیل $V = 5/0 \text{ V}$ وصل می‌کنیم (شکل ۲۲-۳۵ پ). اگر جریان را در طولی از میله خواسته باشیم که انرژی را با آهنگ 200 W به انرژی گرمایی تبدیل کند، در چه نقطه‌ای از $x=L$ باید میله را ببریم؟



شکل ۲۲-۳۵ مسئله ۵۴

مسئله‌های اضافی

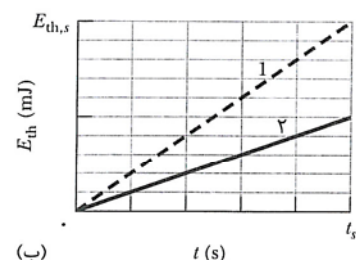
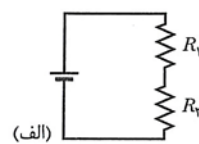
۵۵-SSM یک گرمکن نیکرومی به هنگام اعمال اختلاف پتانسیل 110 V و وقتی دمای سیم 800°C است 500 W تلف می‌کند. اگر با فرو بردن سیم در یک حمام روغن سرد کننده دمای آن در 200°C نگهداشته شود، آهنگ اتلاف چقدر می‌شود؟ اختلاف پتانسیل اعمال شده یکسان و α برای نیکروم در 800°C برابر با $4/0 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ است.

۴۷۰۰- یک عنصر گرم کننده با قراردادن اختلاف پتانسیل $75/0 \text{ V}$ در دو سر طولی از یک سیم نیکرومی با مقطع $2/60 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ ایجاد شده است. مقاومت ویژه نیکروم برابر با $5/00 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ است. (الف) اگر توان تلف شده در این عنصر 5000 W باشد، طول آن چقدر است؟ (ب) اگر 100 V برای به دست آوردن همان آهنگ توان تلف شده به کار رود، طول آن باید چقدر باشد؟

۴۸۰۰- از هم پاشیدن کفش‌ها. کفش‌های باران جذب کرده‌ی شخصی ممکن است بر اثر عبور جریان از نزدیکی بخار آب حاصل از آذرخش از هم بپاشد. تبدیل ناگهانی آب به بخار آب موجب می‌شود که انبساط بسیار زیادی رخ دهد و کفش‌ها از هم بپاشند. چگالی آب 1000 kg/m^3 است و به 333 KJ/kg انرژی برای تبخیر نیاز دارد. اگر جریان افقی $2/00 \text{ ms}$ طول بکشد و با آب با مقاومت ویژه $150 \Omega \cdot \text{m}$ به طول $12/0 \text{ cm}$ و مقطع عمودی با مساحت $15 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ مواجه شود، میانگین جریان لازم برای تبخیر آب چقدر است؟

۴۹۰۰- یک لامپ روشنایی 100 W به برق استاندارد 120 V وصل شده است. (الف) در مدت 31 روز یک ماه در صورت روشن ماندن پیوسته‌ی لامپ چقدر هزینه آن می‌شود؟ فرض کنید یک کیلو وات ساعت انرژی الکتریکی $0/06$ دلار قیمت دارد. (ب) مقاومت لامپ چقدر است؟ (پ) جریان لامپ چقدر است؟

۵۰۰۰-جریانی که از باتری و مقاومت‌های ۱ و ۲ در شکل ۲۲-۳۳ الف می‌گذرد برابر با $2/00 \text{ A}$ است. انرژی از جریان به صورت انرژی گرمایی E_{th} در دو مقاومت تبدیل می‌شود. منحنی‌های ۱ و ۲ در شکل ۲۲-۳۳ ب انرژی گرمایی E_{th} را به ترتیب برای مقاومت‌های ۱ و ۲ برحسب تابعی از زمان t نشان می‌دهند. مقیاس محور قائم با $E_{th,s} = 40/0 \text{ mJ}$ و مقیاس محور افقی با $t_s = 5/00 \text{ s}$ مشخص شده است. توان باتری چقدر است؟



شکل ۲۲-۳۳ مسئله ۵۰

۵۱۰۰-SSM WWW سیم C و سیم D از مواد مختلف ساخته شده‌اند و طول آنها $L_C = L_D = 1/0 \text{ m}$ است. مقاومت ویژه و قطر سیم C ، $2/00 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ و $1/00 \text{ mm}$ و برای سیم D ، $1/0 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ و $5/00 \text{ mm}$ است. این سیم‌ها مانند شکل ۲۲-۳۴ به هم وصل شده‌اند و جریان $2/0 \text{ A}$ از آنها می‌گذرد. اختلاف

با انرژی جنبشی ثابت 20 MeV حرکت می‌کند حامل جریان $5\text{ }\mu\text{A}$ است. (الف) اگر باریکه در راستای عمود بر یک سطح صاف باشد، در مدت $3/0\text{ s}$ چند ذره ی آلفا به این سطح برخورد می‌کند؟ (ب) در یک طول 20 cm از باریکه، در هر لحظه چند ذره ی آلفا وجود دارد؟ (پ) چه اختلاف پتانسیلی لازم است تا هر ذره ی آلفا را از حالت سکون شتاب دهد تا به انرژی 20 MeV برسد؟

۶۲- مقاومتی با اختلاف پتانسیل 200 V در دو سر آن انرژی الکتریکی را با آهنگ 3000 W به انرژی گرمایی تبدیل می‌کند. مقاومت آن چقدر است؟

۶۳- طول عنصر گرمکن $2/0\text{ kW}$ یک خشک کننده 80 cm است. اگر 10 cm از آن برداشته شود، در 120 V چه توانی توسط عنصر کوتاه شده مصرف می‌شود؟

۶۴- یک مقاومت استوانه‌ای به شعاع $5/0\text{ mm}$ و طول $2/0\text{ cm}$ از ماده‌ای با مقاومت ویژه $3/5 \times 10^{-5}\text{ }\Omega\cdot\text{m}$ ساخته شده است. وقتی آهنگ اتلاف انرژی در مقاومت $1/0\text{ W}$ باشد، (الف) بزرگی چگالی جریان و (ب) اختلاف پتانسیل چقدر است؟

۶۵- اختلاف پتانسیل V بر سیمی با مساحت مقطع A ، طول L و مقاومت ویژه ρ اعمال شده است. اگر بخواهید اختلاف پتانسیل اعمال شده را تغییر دهید و سیم را بکشید به طوری که آهنگ اتلاف انرژی $3/0$ برابر و جریان $4/00$ برابر شود، با فرض اینکه چگالی سیم تغییر نکند، (الف) نسبت طول جدید به L و (ب) نسبت مساحت مقطع جدید به A چقدر است؟

۶۶- چراغ‌های یک ماشین در حال حرکت نیازمند تقریباً 10 A از یک مولد 12 ولتی است که توسط موتور تأمین می‌شود. فرض کنید کارایی مولد 80% است (توان الکتریکی خروجی آن 80% توان مکانیکی ورودی آن است). مقدار اسب بخار موتور را که باید برای کار چراغ‌ها اعمال شود محاسبه کنید.

۶۷- یک بخاری 500 W طوری طراحی شده است که با اختلاف پتانسیل اعمالی 115 V کار کند. (الف) اگر اختلاف پتانسیل اعمال شده به 110 V برسد، خروجی گرما چند درصد کاهش می‌یابد؟ فرض کنید مقاومت تغییر نمی‌کند. (ب) اگر تغییر مقاومت با دما را در نظر بگیرید، آیا کاهش در خروجی گرما بیشتر از مقدار محاسبه شده در (الف) می‌شود یا کمتر؟

۶۸- مقاومت سیم پیچ‌های مسی موتوری در 20°C وقتی که کار نمی‌کند $30\text{ }\Omega$ است. پس از اینکه موتور چند ساعت کار کند، مقاومت آن به $58\text{ }\Omega$ می‌رسد. اکنون دمای سیم پیچ‌ها چقدر است؟ از تغییرات در ابعاد سیم پیچ‌ها چشم‌پوشی کنید. (به جدول ۲۲-۱ نگاه کنید).

۶۹- چقدر انرژی در مدت $2/00\text{ h}$ توسط یک مقاومت الکتریکی $400\text{ }\Omega$ به هنگام اعمال پتانسیل $90/0\text{ V}$ مصرف می‌شود؟

۵۶- اختلاف پتانسیل $1/20\text{ V}$ به طول $33/0\text{ m}$ از سیم مسی شماره ۱۸ (به قطر $0/0400\text{ in}$) اعمال می‌شود. مطلوب است (الف) جریان، (ب) بزرگی چگالی جریان، (پ) بزرگی میدان الکتریکی داخل سیم و (ت) آهنگ انرژی گرمایی که در سیم ظاهر می‌شود.

۵۷- ولتاژ دو سر وسیله‌ای با $18/0\text{ W}$ برابر با $9/00\text{ V}$ است. در مدت $4/00\text{ h}$ چقدر بار از وسیله می‌گذرد؟

۵۸- طول یک میله‌ی آلومینیومی با مقطع مربعی $1/3\text{ m}$ و طول ضلع آن $5/2\text{ mm}$ است. (الف) مقاومت دو سر آن چقدر است؟ (ب) اگر مقاومت یک میله‌ی استوانه‌ای مسی به طول $1/3\text{ m}$ یکسان با میله‌ی آلومینیومی باشد، قطر آن باید چقدر باشد؟

۵۹- طول یک میله‌ی استوانه‌ای فلزی $1/60\text{ m}$ و قطر آن $5/50\text{ mm}$ است. مقاومت بین دو سر آن (در 20°C) $1/09 \times 10^{-2}\text{ }\Omega$ است. (الف) ماده‌ی میله چیست؟ (ب) قرص گردی به قطر $2/00\text{ cm}$ و ضخامت $1/00\text{ mm}$ از همان ماده ساخته شده است. با فرض اینکه هر صفحه یک سطح هم پتانسیل است، مقاومت بین صفحه‌های گرد چقدر است؟

۶۰- رمز خورده شکلات. این داستان با مسئله‌ی ۵۶ در فصل ۱۹ شروع شد و در فصل‌های ۲۰ و ۲۱ ادامه پیدا کرده است. گرد ریز شکلات از طریق لوله‌ای به شعاع R با تندی یکنواخت v و چگالی بار یکنواخت ρ وارد مخزن می‌شود. (الف) رابطه‌ای برای جریان i (آهنگی که بار روی گرد حرکت می‌کند) که عمود بر مقطع لوله می‌گذرد پیدا کنید. (ب) i را برای شرایط کارخانه محاسبه کنید: شعاع لوله $R = 5/0\text{ cm}$ ، تندی $v = 2/0\text{ m/s}$ و چگالی بار $\rho = 1/1 \times 10^{-2}\text{ C/m}^2$.

اگر گرد بر اثر تغییر پتانسیل الکتریکی به اندازه‌ی V حرکت می‌کرد، انرژی آن با آهنگ $P = iV$ به جرقه تبدیل می‌شد. (پ) آیا چنین تبدیلی در داخل لوله به واسطه‌ی اختلاف پتانسیل شعاعی بحث شده در مسئله‌ی ۶۰ فصل ۲۰ صورت می‌گیرد؟

وقتی گرد از لوله به داخل مخزن جریان می‌یابد، پتانسیل الکتریکی گرد تغییر می‌کند. بزرگی این تغییر دست کم برابر با اختلاف پتانسیل شعاعی در لوله است (همان‌طور که در مسئله‌ی ۶۴ فصل ۲۰ محاسبه شد). (ت) با فرض این مقدار برای اختلاف پتانسیل و با استفاده از جریان محاسبه شده در (ب)، آهنگ انرژی تبدیل شده از گرد به جرقه را وقتی که گرد لوله را تحریک می‌کند، پیدا کنید. (ث) اگر جرقه در خروجی گرد به مدت $0/2\text{ s}$ رخ می‌دهد (مقدار مورد انتظار معقول)، چقدر انرژی به جرقه تبدیل می‌شود؟ از مسئله‌ی ۵۶ فصل ۱۹ کمینه‌ی انرژی تبدیل شده جهت ایجاد انفجار را 150 mJ در نظر بگیرید. (ج) محتملترین محل انفجار گرد در کجاست: در گرد داخل پاتیل در حال تخلیه (مسئله‌ی ۵۰ فصل ۲۱)، در داخل لوله، یا در خروجی لوله‌ی درون مخزن؟

۶۱-SSM باریکه‌ی یکنواختی از ذره‌های آلفا $(q = +2e)$ که

۷۰- هزارپایی به طول $4/0 \text{ cm}$ در جهت سوق الکترون در طول یک سیم مسی لخت به قطر $5/2 \text{ mm}$ که حامل جریان یکنواخت 12 A است می‌خزد. (الف) اختلاف پتانسیل بین دو سر هزارپا چقدر است؟ (ب) دم آن نسبت به سر آن مثبت است یا منفی؟ (پ) اگر خزیدن آن با تندی سوقی الکترون‌ها انجام گیرد، چقدر طول می‌کشد تا هزارپا $1/0 \text{ cm}$ را طی کند؟ (تعداد حامل‌های بار بر یکای حجم $\text{m}^{-3} \times 10^{28} \times 8/49$ است.)

۷۱- SSM (الف) در چه دمایی مقاومت یک رسانای مسی دو برابر مقاومت آن در 20°C می‌شود؟ ($20/0^\circ\text{C}$ را به عنوان نقطه‌ی مرجع در معادله‌ی $17-22$ در نظر بگیرید؛ پاسخ خود را با شکل $10-22$ مقایسه کنید.) (ب) آیا این «دمای دو برابر» برای همه‌ی رساناهای مسی بدون توجه به شکل یا اندازه برقرار است؟

۷۲- مساحت مقطع یک ریل فولادی واگن شهری $56/0 \text{ cm}^2$ است. مقاومت $10/0 \text{ km}$ ریل چقدر است؟ مقاومت ویژه‌ی فولاد $3/00 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ است.

۷۳- پیچ‌های از سیم نیکروم در مایعی غوطه‌ور شده است و جریانی از آن می‌گذرد (نیکروم آلیاژ نیکل-کروم-آهن است که عموماً در عنصرهای گرم‌کننده استفاده می‌شود). وقتی اختلاف پتانسیل پیچه 12 V و جریانی که از آن می‌گذرد $5/2 \text{ A}$ باشد، مایع با آهنگ پایای 21 mg/s تبخیر می‌شود. گرمای تبخیر مایع را محاسبه کنید. (به بخش $14-8$ نگاه کنید.)

۷۴- اختلاف پتانسیل 12 V بر یک سیم مسی (دایره‌ای) به طول 45 m و شعاع $2/0 \text{ mm}$ اعمال می‌شود. چه مقدار انرژی گرمایی به وسیله‌ی جریان در مدت 40 s تولید می‌شود؟

۷۵- یک لامپ پرتو ایکس با جریان $7/00 \text{ mA}$ و اختلاف پتانسیل $80/0 \text{ kV}$ کار می‌کند. توان آن برحسب وات چقدر است؟

۷۶- وقتی یک اختلاف پتانسیل به قدر کافی زیاد به دو الکتروود یک لامپ تخلیه‌ی گازی اعمال شود، جریانی در آن برقرار می‌شود. گاز یونیده می‌شود؛ الکترون‌ها به طرف پایانه‌ی مثبت و یون‌های مثبت باردار به طرف پایانه‌ی منفی حرکت می‌کنند. (الف) در یک لامپ تخلیه‌ی هیدروژن که در آن $3/1 \times 10^{18}$ الکترون و $1/1 \times 10^{18}$ پروتون از مساحت مقطع هر بخش لوله می‌گذرند، جریان چقدر است؟ (ب) جهت چگالی جریان $\vec{J}$ به طرف پایانه منفی است یا از آن دور می‌شود؟