



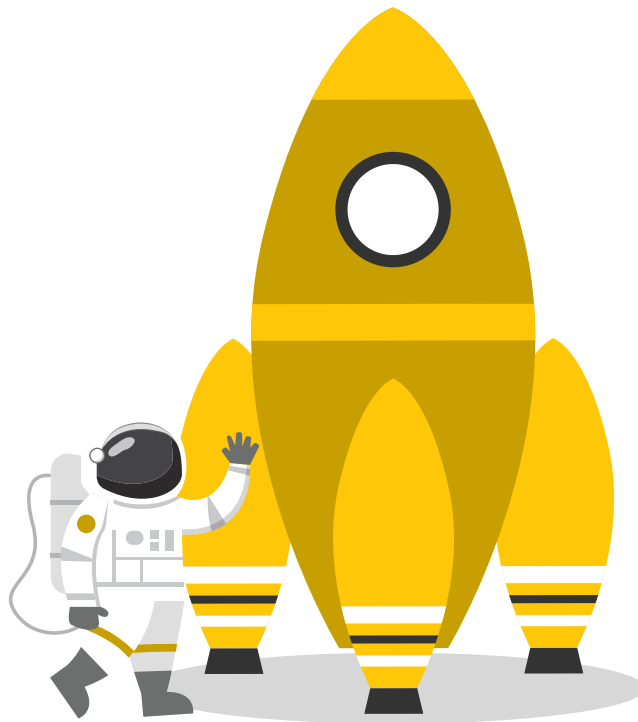
سیب ترش

بزرگترین مرکز مشاوره ای و آموزشی کشور

نسخه ۲۰

دستگرمی

فیزیک ۲



دانلود اپ سیب ترش

سیب ترش در صفحات مجازی



SIBTORSH



SIBTORSH.OFFICIAL



مرکز کنکوری سیب ترش

مدیر آموزشی : دکتر احمد رضا ورمزیار

سیب ترش : بزرگ ترین مرکز آنلاین کنکوری

نسخه ۲۰ : سوالات دست گرمی

فیزیک ۲ : مثل آب خوردن ۲۰ بگیر

مدیر دپارتمان فیزیک : دکتر علی بزرگ زاده

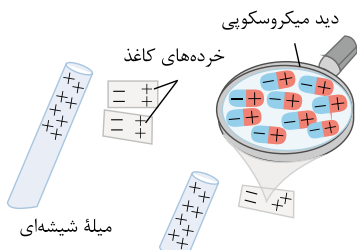
فصل اول : الکتریسیته ساکن

بار الکتریکی - پایداری و کوانتیده بودن بار الکتریکی

۱) الف) بار الکتریکی اتم و هسته اتم کربن ($^{12}_6C$) چند کولن است؟

ب) بار الکتریکی اتم کربن یک بار یونیده (C^+) چقدر است؟

۲) با توجه به شکل زیر توضیح دهید چرا یک میله باردار، خرده های کاغذ را می رباید؟

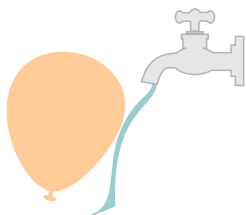


۳) الف) از مالش یک میله پلاستیکی با پارچه پشمی چه نوع باری در میله و پارچه ایجاد می شود؟
ب) اگر میله پلاستیکی باردار را بیاویزیم چه نیرویی بر پارچه پشمی مالش داده شده به خود وارد می کند؟

۴) الف) اگر دو میله شیشه ای را با پارچه ابریشمی مالش دهیم و در کنار هم بیاویزیم چه رخ می دهد و بار میله ها دارای چه علامتی است؟

ب) بار پارچه ابریشمی دارای چه علامتی است؟ (در سری تریبوالکتریک، ابریشم پایین تر از شیشه قرار دارد).
پ) در مورد مقدار بار هر میله شیشه ای در مقایسه با پارچه چه می توان گفت؟

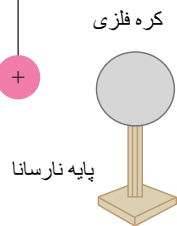
۵) بادکنک باردار شکل زیر را به آب نزدیک کرده ایم. توضیح دهید چرا آب به جای اینکه به طور قائم فرو ریزد، خمیده می شود؟



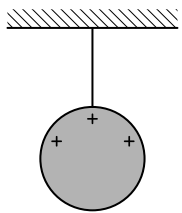
۶) یک صفحه پلاستیکی باردار (تلق یا ورق باردار) را به براده های ریز آلومینیمی بدون بار نزدیک می کنیم. مشاهده می شود که براده ها به طرف صفحه پلاستیکی، جذب می شوند. علت این پدیده را توضیح دهید.



۷ یک کره فلزی بدون بار الکتریکی را که روی پایه نارسنایی قرار دارد، به آونگ الکتریکی بارداری نزدیک می‌کنیم. با ذکر دلیل توضیح دهید که چه اتفاقی می‌افتد.



۸ در شکل زیر گلوله فلزی بارداری از نخ آویزان است. کره فلزی خنثی را که دارای دسته نارسنا است، به گلوله نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود که گلوله می‌شود، وقتی تماس حاصل شد، کره را جدا کرده و دوباره به آرامی آن را به گلوله نزدیک می‌کنیم. مشاهده می‌شود گلوله می‌شود.



۹ در جمله‌های زیر، جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

الف بار الکتریکی به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود، به این بیان گفته می‌شود.

ب بار الکتریکی از یک بار پایه است که به آن بار بنیادی می‌گوییم.

پ نوع بار یک جسم باردار را می‌توانیم به کمک تعیین کنیم.

ت نیروی الکتریکی بین دو ذره باردار، با حاصل ضرب اندازه بار الکتریکی دو ذره نسبت دارد.

۱۰ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

الف بر اثر مالش دو جسم خنثی که به انتهای منفی سری الکتریسیته مالشی نزدیک هستند، بار دو جسم منفی می‌شود.

ب بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار در هر نقطه، با اندازه بار ذره نسبت مستقیم دارد.

پ بزرگی میدان الکتریکی حاصل از یک ذره باردار با فاصله از آن رابطه عکس دارد.

ت میدان الکتریکی خالص درون یک رسانا که با عایق از اطراف خود جدا شده است، صفر است.

ث اگر بار مثبت را به داخل یک استوانه رسانای توخالی بدهیم، بار سطح داخلی مثبت و بار سطح خارجی منفی می‌شود.



ج بار الکتریکی اضافی داده شده به یک رسانا که به طور الکتریکی از محیط اطراف خود با عایق جدا شده است، روی سطح خارجی آن قرار می گیرد.

۱۱ درستی یا نادرستی جمله های زیر را با کلمات «درست» و «نادرست» مشخص کنید.

الف بار الکتریکی هر جسم باردار، مضرب درستی از بار بنیادی e است.

ب توان الکتریکی مصرفی مقاومت معادل در یک مدار، برابر با مجموع توان های مصرفی مقاومت های حاضر در مدار است.

پ اگر یک ذره باردار درون سیم لوله حامل جریان و در امتداد محور سیم لوله حرکت کند، نیروی مغناطیسی وارد بر آن از طرف میدان مغناطیسی سیم لوله پیشینه است.

ت یکای وبر بر ثانیه، معادل آمپر است.

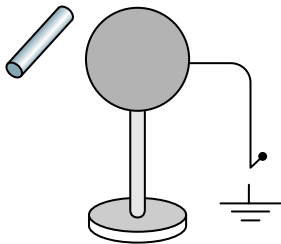
۱۲ بار الکتریکی منفی موجود در الکترون های یک مولکول اکسیژن چقدر است؟

۱۳ دو کره رسانای مشابه با بارهای $q_1 = -8\mu C$ و $q_2 = 24\mu C$ را با یک سیم رسانا به هم وصل می کنیم و سپس جدا می کنیم.

الف بار هر یک از کره ها چقدر می شود؟

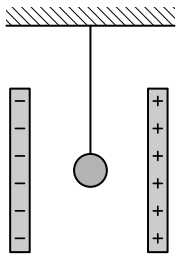
ب کدام کره و به چه تعداد الکترون می گیرد؟

۱۴ ابتدا میله شیشه ای را به پارچه ابریشمی مالش می دهیم و سپس مطابق شکل زیر به یک کره فلزی نزدیک می کنیم. اگر کلید را ببندیم و سپس باز کنیم، بار میله و کره فلزی از چه نوعی می شود؟



۱۵ در یک آزمایش میلیکان، قطره روغن در فضای بین دو صفحه معلق است. اگر جرم این قطره روغن $1.64 \times 10^{-14} kg$ و میدان الکتریکی دارای بزرگی $2 \times 10^5 N/C$ و رو به پایین باشد، تعداد الکترون هایی که قطره جذب کرده یا از دست داده است، چقدر است؟ ($g = 9.81 N/kg$)

۱۶ با ذکر دلیل بگویید، اگر یک میله فلزی خنثی را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ بارداری نزدیک کنیم، برای ورقه های الکتروسکوپ چه اتفاقی رخ می دهد؟



۱۷ در شکل زیر، گلولهٔ رسانای سبک و بدون بار توسط نخ عایقی میان دو صفحهٔ باردار آویزان است. اگر آن را یک بار به یکی از صفحه‌ها تماس داده و رها کنیم، دائماً بین دو صفحه نوسان می‌کند (به صفحه‌های چپ و راست برخورد می‌کند). علت را توضیح دهید و بنویسید تا چه زمانی این کار ادامه دارد.

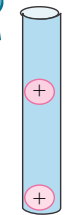
۱۸ یک جسم شیشه‌ای را به یک جسم برنجی مالش می‌دهیم و سپس جسم شیشه‌ای را به کلاهک یک الکتروسکوپ که بار منفی دارد، نزدیک می‌کنیم. صفحات الکتروسکوپ چگونه تغییر می‌کنند؟ (در سری تریبوالکتریک، برنج پایین‌تر از شیشه قرار دارد).

۱۹ به هر سانتی‌متر از یک میلهٔ عایق ۸ سانتی‌متری، 10^{-19} الکترون می‌دهیم. بار این میله چند کولن می‌شود؟ (بار هر الکترون 1.6×10^{-19} است).

۲۰ چرا وقتی روکش پلاستیکی را روی یک ظرف غذا می‌کشید و آن را در لبه‌های ظرف فشار می‌دهید، روکش در جای خود ثابت باقی می‌ماند؟

قانون کولن - بر هم نهی نیروهای الکتروستاتیکی

۲۱ در شکل روبه‌رو، دو گوی مشابه به جرم $3.6g$ و بار یکسان مثبت q در فاصلهٔ 1.0 cm از هم قرار دارند، به‌طوری که گوی بالایی به‌حالت معلق مانده است.

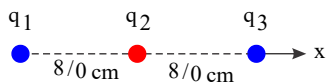


الف) اندازهٔ بار q را به دست آورید.

ب) تعداد الکترون‌های کنده‌شده از هر گوی چقدر است؟

۲۲ اگر فاصلهٔ بین دو بار را بدون تغییر اندازهٔ بارها ۴ برابر کنیم، نیروی بین آنها چگونه تغییر می‌کند؟

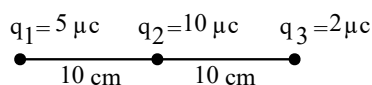
۲۳ بارهای الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = -4.0\text{ nC}$ و $q_2 = +5.0\text{ nC}$ و $q_3 = -4.0\text{ nC}$ مطابق شکل، در جای خود ثابت شده‌اند. نیروی خالص



الکتریکی وارد بر هر یک از بارهای q_2 و q_3 را محاسبه کنید.

۲۴ دو بار الکتریکی $q_1 = 3.0\text{ }\mu\text{C}$ و $q_2 = 27.0\text{ }\mu\text{C}$ به فاصلهٔ 4.0 m سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند. بار الکتریکی q_3 را در چه

فاصله‌ای از بار q_1 قرار دهیم تا برآیند نیروهای وارد بر آن از طرف بارهای q_1 و q_2 صفر شود. شکلی از مسئله رسم کنید.



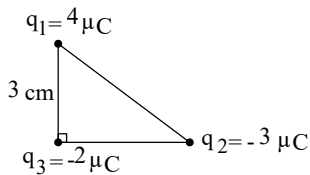
۲۵ در شکل مقابل نیروی خالص واردشده به بار q_3 چقدر و در چه جهتی است؟



۲۶ دو بار غیرهمنام و هم‌اندازه q در فاصله معینی به هم نیروی F وارد می‌کنند. اگر $\frac{1}{3}$ بار یکی از آنها را برداشته و روی دیگری قرار دهیم، در همان فاصله قبلی نیروی بین دو بار چند F می‌شود؟

۲۷ دو بار الکتریکی هم‌اندازه و هم‌علامت در فاصله r از هم قرار دارند. اگر نصف یکی از بارها را به دیگری بدهیم و فاصله بارها را هم $\frac{1}{3}$ حالت اول کنیم، نیروی بین آنها چند برابر می‌شود؟

۲۸ دو بار الکتریکی $q_1 = 4\mu C$ و $q_2 = -3\mu C$ در دو رأس یک مثلث متساوی‌الساقین قائم‌الزاویه به ضلع ۳ سانتی‌متر قرار دارند. نیروی وارد بر بار $q_3 = -2\mu C$ که در رأس قائم قرار دارد چقدر است؟ نیروها را رسم کنید.



۲۹ دو بار الکتریکی $q_1 = +1\mu C$ و $q_2 = -3\mu C$ در فاصله 4 cm از هم قرار دارند. اگر بار $q_3 = +8\mu C$ را بین دو بار q_1 و q_2 در وسط خط واصل بین آنها قرار دهیم، اندازه نیرو و جهت نیروی وارد بر q_3 را به دست آورید. ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)

۳۰ دو بار الکتریکی نقطه‌ای و هم‌نام و هم‌اندازه q در فاصله معینی از هم، به هم نیروی F وارد می‌کنند. اگر $\frac{1}{4}$ یکی از بارها را برداشته و به دیگری اضافه کنیم.

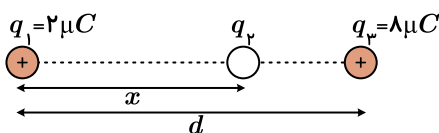
الف) در همان فاصله قبلی نیروی بین آنها چند برابر می‌شود؟

ب) اگر فاصله بارها را نیز پس از تغییر اندازه بارها نصف کنیم نسبت به حالت برابری بارها چند برابر می‌شود؟



انتهای مثبت سری
ابریشم
کاغذ
پارچه کتان
انتهای منفی سری

۳۱ مطابق شکل، دو لوله کاغذی را در کنار هم قرار داده‌ایم. یکی را با پارچه ابریشمی و دیگری را با پارچه کتان مالش می‌دهیم. نیروی الکتریکی بین این دو لوله پس از مالش آنها به پارچه‌ها، ربایشی است یا رانشی؟ چرا؟



۳۲ سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر در یک راستا قرار دارند. برایاند نیروهای الکترواستاتیکی وارد بر هر یک از بارها صفر است. بار q_2 چند میکروکولن است؟

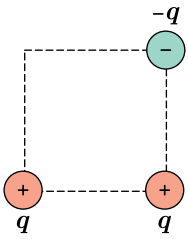
۳۳ دو بار الکتریکی نقطه‌ای در فاصله معینی از یکدیگر قرار دارند و به هم نیروی F وارد می‌کنند. اگر یکی از بارها ۲ برابر و فاصله بین آنها نصف شود، نیروی بین بارها چند برابر می‌شود؟



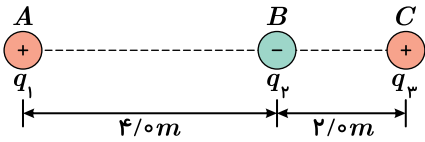
۳۴ سه ذره باردار مطابق شکل روبه‌رو، در سه گوشه یک مربع قرار دارند.

الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی را تعیین کنید.

ب) اگر ذره سمت چپ پایینی به جای q ، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار سمت راست پایینی چگونه خواهد بود؟



۳۵ سه ذره با بارهای $q_1 = +2.5 \mu C$ ، $q_2 = -1.0 \mu C$ و $q_3 = +4.0 \mu C$ در نقطه‌های A ، B و C مطابق شکل ثابت شده‌اند. نیروی خالص وارد بر بار q_2 را به دست آورید.



۳۶ سه ذره باردار مانند شکل روبه‌رو، روی یک خط راست قرار دارند و فاصله بارهای سمت راست و q و $-q$ از بار میانی برابر است.

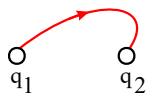


الف) جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار الکتریکی میانی را تعیین کنید.

ب) اگر ذره سمت راست به جای q ، بار $-q$ داشته باشد، جهت نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار میانی چگونه خواهد بود؟

میدان الکتریکی - بر هم نهی میدان‌های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

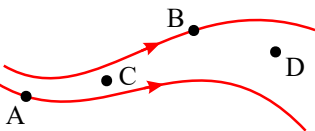
۳۷ دو بار q_1 و q_2 به فاصله r از هم واقع شده‌اند و یکی از خطوط میدان الکتریکی بین آنها به صورت شکل مقابل است. در مورد علامت و اندازه بارها چه می‌توان گفت؟



۳۸ در شکل مقابل خطوط میدان الکتریکی رسم شده‌اند.

الف) بردارهای میدان الکتریکی را در نقاط A و B رسم کنید.

ب) در مورد اندازه میدان الکتریکی در نقاط C و D چه می‌توان گفت؟



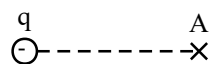
۳۹ هسته آهن شعاعی در حدود $1.0 \times 10^{-15} m$ دارد و تعداد پروتون‌های آن ۲۶ عدد است.

الف) بزرگی نیروی دافعه بین دو پروتون این هسته که به فاصله $1.0 \times 10^{-15} m$ از هم قرار دارند چقدر است؟

ب) اندازه میدان الکتریکی ناشی از هسته در فاصله $1.0 \times 10^{-10} m$ از مرکز هسته چقدر است؟ (بار الکتریکی پروتون هم‌اندازه بار

الکترون است و $q_e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

۴۰ در شکل مقابل بزرگی میدان الکتریکی ناشی از بار $q = -1 \mu C$ در نقطه A برابر با $\frac{N}{C}$ 2×10^5 است.

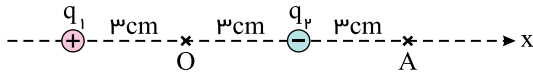


الف) بردار میدان در نقطه A را رسم کنید.

ب) در چه فاصله‌ای از بار q میدان الکتریکی نصف می‌شود؟ $k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

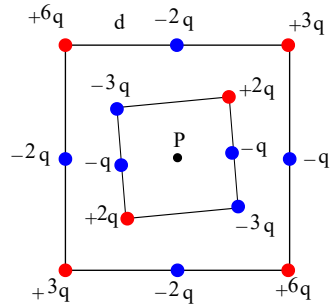


۴۱ دو بار الکتریکی نقطه‌ای غیرهمنام $q_1 = +1.0 \text{ nC}$ و $q_2 = -1.0 \text{ nC}$ مطابق شکل زیر به فاصله 6.0 cm از یکدیگر قرار دارند.



الف) جهت و اندازه میدان الکتریکی را در نقطه‌های O و A به دست آورید.
ب) آیا بر روی محور، نقطه‌ای وجود دارد که میدان خالص در آن صفر شود؟

۴۲ شکل زیر دو آرایه مربعی از ذرات باردار را نشان می‌دهد. مربع‌ها که در نقطه P هم‌مرکزند، هم‌ردیف نیستند. ذره‌ها روی محیط



مربع به فاصله d یا $\frac{d}{2}$ از هم قرار گرفته‌اند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برای نقطه P چیست؟

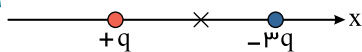
۴۳ در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $\frac{N}{C} \times 10^5$ که جهت آن قائم و رو به پایین است، ذره بارداری به جرم 2.0 g معلق

و به حال سکون قرار دارد. اگر $g = 10 \frac{N}{kg}$ باشد، اندازه و نوع بار الکتریکی ذره را مشخص کنید.

۴۴ شکل زیر، دو ذره باردار را نشان می‌دهد که در جای خود روی محور x ثابت شده‌اند. بارها در فاصله یکسان a از مبدأ مختصات

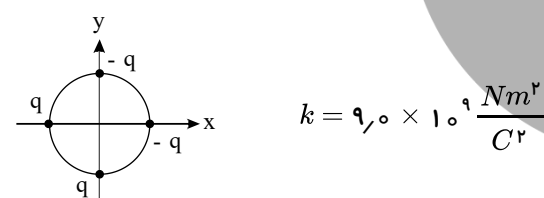
(نقطه O) قرار دارند.

الف) در کجای این محور (غیر از بی‌نهایت) نقطه‌ای وجود دارد که در آنجا میدان الکتریکی برای نقطه برابر با صفر است؟



ب) بزرگی و جهت میدان الکتریکی برای نقطه در مبدأ مختصات را بیابید.

۴۵ در شکل زیر، شعاع دایره ۱ متر و $q = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$ است.

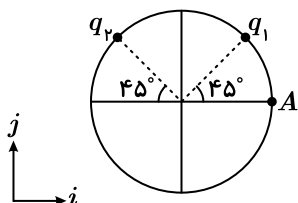


$$k = 9.0 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

الف) اندازه و جهت میدان الکتریکی برای نقطه در مرکز دایره (مبدأ مختصات) با محاسبه و ترسیم تعیین کنید.

ب) بردار میدان الکتریکی را در مرکز دایره برحسب بردارهای یکه بنویسید.

۴۶ دو بار الکتریکی $q_1 = 2 \mu C$ و $q_2 = -2 \mu C$ مطابق شکل مقابل، روی محیط دایره‌ای به شعاع 3 cm قرار دارند.

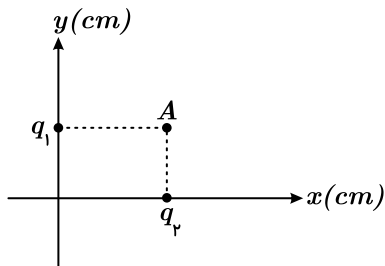




الف) اندازه میدان الکتریکی خالص را در مرکز دایره به دست آورید و بردار میدان را بر حسب بردارهای یکه بنویسید.

$$\left(k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \right)$$

ب) چه نوع باری (مثبت یا منفی) در نقطه A قرار دهیم تا میدان الکتریکی خالص در مرکز دایره صفر شود؟

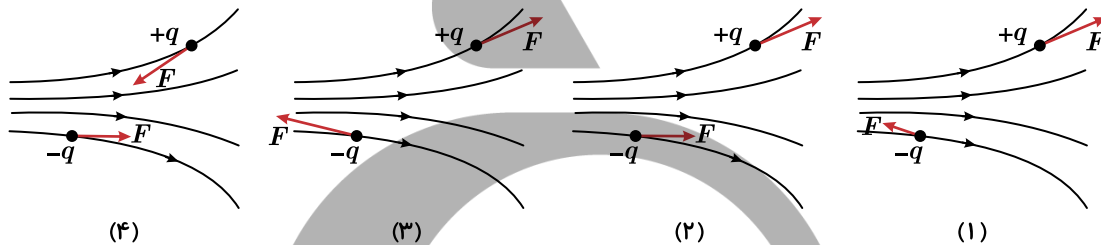


۴۷) دو بار الکتریکی $q_1 = q_2 = 5\mu C$ یکی در مکان $x = 3cm$ و دیگری در مکان $y = 3cm$

روی محورهای مختصات در یک دستگاه xoy قرار دارند. میدان الکتریکی خالص را در نقطه A به

مختصات $(3cm, 3cm)$ بر حسب بردارهای یکه بنویسید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2})$

۴۸) کدام شکل نیروی الکتریکی وارد بر دو ذره باردار هم‌اندازه و ناهم‌نام را در میدان الکتریکی به درستی نشان می‌دهد؟ چرا؟



۴۹) روی سطح بادکنکی به جرم $100g$ بار الکتریکی $200nC$ ایجاد می‌کنیم و آن را در یک میدان الکتریکی قرار می‌دهیم. بزرگی و

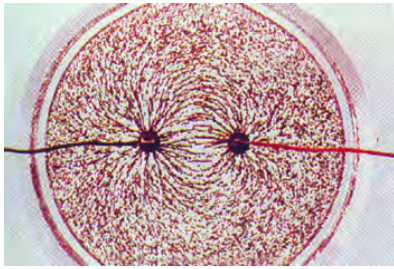
جهت این میدان الکتریکی را در صورتی که بادکنک معلق بماند، تعیین کنید. اندازه نیروی شناوری روبه‌بالای وارد بر بادکنک را $0.5N$ فرض کنید.

۵۰) ذره باردار مطابق شکل در یک میدان الکتریکی یکنواخت قرار دارد. نیروی وارد بر $\vec{E} = (5 \times 10^4 N/C) \hat{i}$ و $q = -2\mu C$ این ذره را بر حسب بردارهای یکه تعیین کنید و آن را رسم کنید.

۵۱) با ۲ شمع، مولد وان‌دوگراف و یک خطکش، یک آزمایش طراحی کنید که نشان دهد با افزایش فاصله، میدان الکتریکی کاهش می‌یابد.

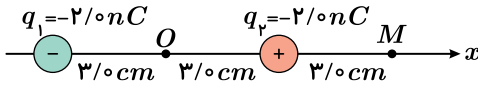
۵۲) برای تعیین میدان الکتریکی در نقطه‌ای از فضا، بار آزمون $+2nC$ را در آن نقطه قرار می‌دهیم. نیروی الکتریکی $5 \times 10^{-3} N$ در راستای جنوب - شمال و به طرف شمال بر این بار وارد می‌شود. بزرگی و جهت میدان الکتریکی در این نقطه را مشخص کنید.

۵۳) به نظر شما چرا خطوط میدان الکتریکی برایند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند؟



۵۴ درون یک ظرف شیشه‌ای یا پلاستیکی با عمق کم، مقداری پارافین مایع یا روغن کرچک به عمق حدود ۵cm بریزید و داخل آن دو الکتروود نقطه‌ای قرار دهید. الکتروودها را با سیم به پایانه‌های مثبت و منفی یک مولد ولتاژ بالا، مانند مولد وان‌دوگراف وصل کنید. روی سطح پارافین، مقدار کمی بذر چمن یا خاکشیر بپاشید. مولد را روشن کنید. اکنون به سمت‌گیری دانه‌ها در فضای بین دو الکتروود توجه کنید. شکل سمت‌گیری دانه‌ها در این فضا را رسم کنید.

۵۵ شکل زیر، آرایشی از دو بار الکتریکی هم‌اندازه و غیرهمنام (دوقطبی الکتریکی) را نشان می‌دهد که در آن فاصله دو بار از هم ۶cm است. میدان الکتریکی خالص را در نقطه‌های O و M به دست آورید.



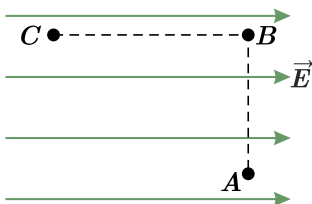
۵۶ طبق مدل بور برای اتم هیدروژن، در حالت پایه فاصله الکترون از پروتون هسته برابر با $۵.۳ \times 10^{-11}\text{m}$ است.

الف) اندازه میدان الکتریکی ناشی از پروتون هسته را در این فاصله تعیین کنید.

ب) در چه فاصله‌ای از پروتون هسته، بزرگی میدان الکتریکی برابر با بزرگی میدان الکتریکی حاصل از مولد وان‌دوگراف در فاصله ۱m از مرکز کلاهک آن $(\frac{N}{C} \times 10^3 \times 9)$ است؟

انرژی پتانسیل الکتریکی

۵۷ مطابق شکل زیر، بار $q = +5\text{nC}$ را در میدان الکتریکی یکنواخت $\frac{N}{C} \times 10^5 \times 8$ نخست از نقطه A تا نقطه B و سپس تا نقطه C جابه‌جا می‌کنیم. اگر $AB = ۰.۲\text{m}$ و $BC = ۰.۴\text{m}$ باشد، مطلوب است:



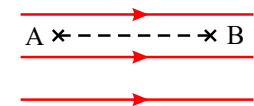
الف) نیروی الکتریکی وارد بر بار q ،

ب) کاری که نیروی الکتریکی در این جابه‌جایی انجام می‌دهد،

ج) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه‌جایی.

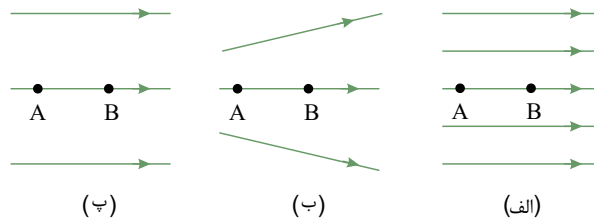
۵۸ بار الکتریکی $q = -5\mu\text{C}$ در میدان الکتریکی $E = \frac{N}{C} \times 10^5$ از نقطه A به B جابه‌جا شده است. تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار

q در این جابه‌جایی چقدر است؟ ($AB = ۱\text{m}$)

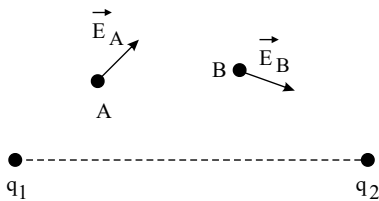




۵۹) شکل زیر سه آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهد. در هر آرایش، یک پروتون از حالت سکون در نقطه A رها می‌شود و سپس توسط میدان الکتریکی تا نقطه B شتاب می‌گیرد. نقطه‌های A و B در هر سه آرایش در فاصله‌های یکسانی از هم قرار دارند. در کدام شکل سرعت پروتون در نقطه B بیشتر است؟ توضیح دهید.



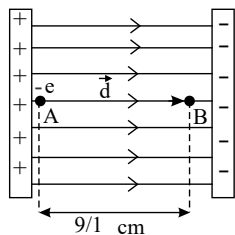
۶۰) بردار میدان الکتریکی برایند حاصل از بارهای q_1 و q_2 در نقاط A و B مطابق شکل زیر است. اگر بار $q < 0$ روی خط واصل دو بار از نقطه‌ای نزدیک بار q_1 تا نقطه‌ای نزدیک بار q_2 جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چگونه تغییر می‌کند؟



۶۱) در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $E = 10^5 \frac{N}{C}$ ، بار الکتریکی $q = -5 \mu C$ با چرم ناچیز، در راستای خطوط میدان از نقطه A به نقطه B جابه‌جا شده و کار نیروی میدان الکتریکی وارد بر ذره $10 mJ$ است. در این جابه‌جایی:
الف) انرژی پتانسیل الکتریکی ذره چند میلی‌ژول تغییر کرده است؟
ب) بار q در جهت میدان الکتریکی حرکت کرده یا در خلاف آن؟

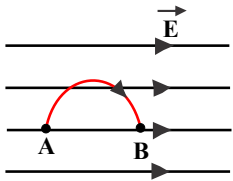
۶۲) در میدان الکتریکی یکنواخت نشان‌داده‌شده در شکل زیر، الکترونی از نقطه A با تندی اولیه v_0 در راستای افقی به سمت راست پرتاب می‌شود و در نهایت در نقطه B متوقف می‌شود. v_0 چند متر بر ثانیه است؟
($m_e = 9.1 \times 10^{-31} kg$, $e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

$$E = 8 \times 10^3 \text{ N/C}$$

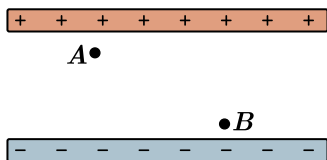




۶۳ مطابق شکل زیر، بار الکتریکی نقطه‌ای $q = 2\mu C$ را در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $1000 \frac{N}{C}$ بر روی نیم‌دایره‌ای به محیط 6π متر با سرعت ثابت از نقطه‌ی A تا نقطه‌ی B جابه‌جا می‌کنیم، تغییر انرژی پتانسیل بار الکتریکی چند ژول و چگونه است؟



۶۴ اگر جرم و بار الکتریکی پروتون به ترتیب $1.6 \times 10^{-27} kg$ و $1.6 \times 10^{-19} C$ باشد. اگر اتم آلفا (${}^4_2\alpha^{++}$) در راستای یک میدان یکنواخت به بزرگی $200 \frac{N}{C}$ از حال سکون رها شود، انرژی جنبشی آن پس از $4cm$ جابه‌جایی چند ژول خواهد بود؟ (تنها نیروی مؤثر وارد بر ذره ناشی از میدان الکتریکی است).



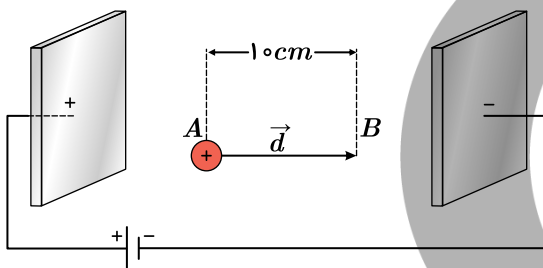
۶۵ در شکل زیر، اگر نیروی وارد بر بار نقطه‌ای $(-q)$ و انرژی پتانسیل این بار را در نقطه‌ی A به ترتیب با F_A و U_A و همین کمیت‌ها را در نقطه‌ی B با F_B و U_B نشان دهیم، کدام رابطه درست است؟ (از نیروی وزن صرف‌نظر کنید).

$$U_A \leq U_B, F_A > F_B \quad (2)$$

$$U_A > U_B, F_A = F_B \quad (1)$$

$$U_A < U_B, F_A = F_B \quad (3)$$

$$U_A \geq U_B, F_A < F_B \quad (3)$$



۶۶ در یک میدان الکتریکی یکنواخت $E = 2.0 \times 10^3 \frac{N}{C}$ پروتونی را در نقطه‌ی A از حال سکون رها می‌کنیم. پروتون با چه تندی‌ای به نقطه‌ی B می‌رسد؟ بار پروتون $1.6 \times 10^{-19} C$ و جرم آن $1.67 \times 10^{-27} kg$ است.

پتانسیل الکتریکی - رابطه‌ی اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه‌ی میدان یکنواخت - کار نیروی خارجی

۶۷ فرض کنید بار $q = 1\mu C$ با سرعت ثابت توسط یک نیروی خارجی در میدان الکتریکی $E = 10^5 \frac{N}{C}$ در جهت میدان به اندازه‌ی $10cm$ جابه‌جا شده است. کار نیروی خارجی در این جابه‌جایی چقدر است؟

۶۸ بار $10C$ - از پایانه مثبت یک باتری ۱۲ ولتی به پایانه منفی آن منتقل شده است. انرژی پتانسیل الکتریکی بار چقدر تغییر کرده است؟

۶۹ اختلاف پتانسیل بین دو صفحه رسانای موازی 300 ولت و فاصله آنها $2cm$ است. تعیین کنید.

الف) شدت میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه چقدر است؟

ب) هرگاه بار الکتریکی $2\mu C$ در این میدان قرار گیرد چه نیرویی بر آن وارد می‌شود؟

۷۰ یک ذره به جرم 5.0 گرم با بار الکتریکی به بزرگی $10\mu C$ - از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = -40V$ تا نقطه‌ای با پتانسیل $V_2 = 10V$ آزادانه جابه‌جا می‌شود.



الف انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چه اندازه و چگونه تغییر می‌کند؟

ب تندی ذره را پس از این جابه‌جایی محاسبه کنید.

E			
● A	● B		

۷۱ در شکل داده‌شده، پتانسیل الکتریکی نقاط A و B در میدان الکتریکی یکنواخت برابر

است. $V_B = -20V$ و $V_A = 30V$ بار الکتریکی $q = -20\mu C$ با تندی ثابت از نقطه A به نقطه B منتقل می‌شود.

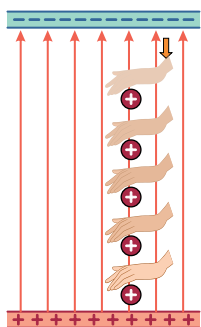
الف) جهت خطوط میدان الکتریکی از A به B است یا از B به A ؟
ب) انرژی پتانسیل الکتریکی بار چند ژول تغییر می‌کند؟

۷۲ یک ذره به جرم $20g$ با بار الکتریکی به بزرگی $40\mu C$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $50V$ - رها شده و تا نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $30V$ آزادانه جابه‌جا می‌شود. تندی ذره در لحظه رسیدن به پتانسیل $30V$ چند (m/s) است؟ (از وزن ذره و اتلاف انرژی صرف‌نظر می‌شود.)

۷۳ حداقل کار لازم برای انتقال بارهای $q_1 = 20\mu C$ و $q_2 = -8\mu C$ از سطح زمین تا نقطه‌های A و B به‌ترتیب، برابر با $200\mu J$ و $400\mu J$ است. اگر بار $5\mu C$ از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا شود، کار میدان الکتریکی برابر با چند میکروژول است؟ (از نیروی وزن صرف‌نظر کنید.)

۷۴ میان دو صفحه رسانای تخت و موازی به فاصله $d = 1cm$ و اختلاف پتانسیل $1000V$ ذره‌ای با بار $q = -8\mu C$ و جرم $2\mu g$ از یک صفحه، مستقیم به طرف صفحه دیگر پرتاب می‌شود. اگر ذره درست در سطح صفحه دیگر به حالت سکون لحظه‌ای درآید، سرعت اولیه آن چند m/s بوده است؟ (تنها نیروی وارد بر ذره نیروی الکتریکی فرض می‌شود)

۷۵ در یک میدان الکتریکی، بار $q = 2nC$ از نقطه A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل آن در نقطه‌های A تا B به‌ترتیب $4 \times 10^{-5}J$ و $5 \times 10^{-5}J$ باشد، اختلاف پتانسیل الکتریکی میان دو نقطه $(V_B - V_A)$ را محاسبه کنید.



۷۶ در شکل مقابل الف) با فرض آنکه بار $+q$ در ابتدا و انتهای جابه‌جایی ساکن باشد، آیا کار نیروی خارجی، مثبت است یا منفی؟

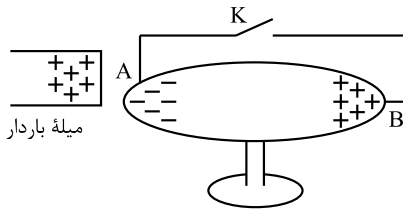
ب) آیا بار $+q$ به نقطه‌ای با پتانسیل بیشتر حرکت کرده است یا به نقطه‌ای با پتانسیل کمتر؟ توضیح دهید.

۷۷ اگر پایانه مثبت یک باتری ۱۲ ولتی را مرجع پتانسیل در نظر بگیریم، پتانسیل پایانه منفی آن چند ولت خواهد شد؟



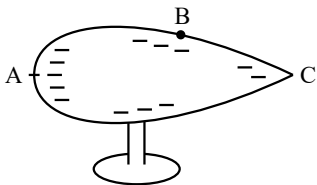
(۷۸) الف) نشان دهید در یک میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در سوی خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد و بالعکس با حرکت در خلاف جهت خطوط میدان، بدون توجه به نوع بار، پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.
ب) نشان دهید در میدان الکتریکی یکنواخت، با حرکت در جهت عمود بر خطوط میدان، پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.

میدان الکتریکی در داخل رسانا ها - رسانای خنثی در میدان الکتریکی - چگالی سطحی بار الکتریکی



(۷۹) در شکل مقابل با بستن کلید k بارهای الکتریکی چگونه حرکت می‌کنند؟
(جسم رسانا روی پایه عایق قرار دارد)

(۸۰) در رسانای دوکی شکل مقابل بین نقاط A و B و C ، چگالی سطحی بار، پتانسیل الکتریکی و میدان الکتریکی در خارج از سطح ولی خیلی نزدیک به این نقاط را مقایسه کنید.



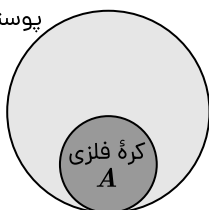
(۸۱) وقتی ماهواره‌ای به دور زمین می‌چرخد بر اثر عبور از فضای اطراف زمین باردار می‌شود. این بارها ممکن است موجب آسیب رساندن به قطعات الکترونیکی ماهواره شود. فرض کنید ماهواره‌ای در اثر عبور از یکی از لایه‌های جو دارای بار الکتریکی $q = 2.0 \times 10^{-9} C$ شود. این ماهواره، مکعبی به ضلع 40 cm است. چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح این ماهواره را محاسبه کنید. (از تجمع بار بر روی لبه‌ها چشم‌پوشی شود.)

(۸۲) الف) برای جابه‌جا کردن ذره باردار q در داخل یک رسانای باردار از نقطه A به B که از هم d متر فاصله دارند میدان الکتریکی چه مقدار کار انجام می‌دهد؟
ب) از جواب قسمت الف چه نتیجه‌ای می‌توان در مورد پتانسیل نقاط گرفت؟

(۸۳) دو کره رسانای A و B بارهای مساوی دارند و رابطه شعاع آنها $R_A = 2R_B$ است. نسبت چگالی سطحی بار آنها چقدر است؟

(۸۴) چگالی سطحی بار الکتریکی روی دو کره فلزی به شعاع‌های R_1 و R_2 با هم برابر است. اگر $\frac{R_1}{R_2} = \frac{2}{3}$ باشد، نسبت بار الکتریکی دو کره $(\frac{Q_1}{Q_2})$ چقدر است؟

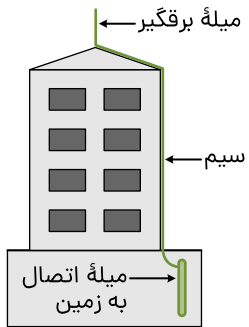
پوسته کروی B



(۸۵) کره فلزی A با بار $q_A = -6 \mu C$ را مطابق شکل روبه‌رو به درون یک پوسته کروی با بار $q_B = 10 \mu C$ تماس می‌دهیم و سپس جدا می‌کنیم. پس از تماس، بار کره و پوسته چند میکروکولن می‌شود؟



۸۶ دو کره توپر با شعاع‌های مساوی یکی مسی و دیگری پلاستیکی روی پایه‌های عایق قرار دارند. به هر دو کره مقدار مساوی بار الکتریکی هم‌نام می‌دهیم. نحوه توزیع بار الکتریکی در هر یک از آنها چگونه است؟



۸۷ در مورد برق‌گیرهای ساختمان تحقیق کنید و بررسی کنید آنها چگونه ساختمان‌ها را از گزند آذرخش در امان نگه می‌دارند.

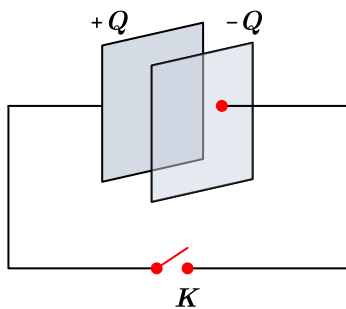


۸۸ دو قطعه ورقه آلومینیمی نازک به ابعاد $3\text{cm} \times 4\text{cm}$ را مچاله می‌کنیم و به سرهای دو تکه نخ هم‌اندازه به طول 30cm وصل کنید. پس از آنکه جسم فلزی دوکی‌شکل را با مولد وان‌دوگراف باردار کردید، یکی از آونگ‌ها را مقابل نوک تیز و دیگری را مقابل بخش پهن دوک بیاویزید. مشاهدات خود را توضیح دهید.



۸۹ الف) در شکل شخصی را داخل یک قفس توری فلزی می‌بینید که نوعی از قفس فاراده است. در مورد قفس فاراده و کاربردهایش تحقیق و به کلاس گزارش کنید.
ب) تحقیق کنید چرا معمولاً شخصی که در داخل اتومبیل یا هواپیماست از خطر آذرخش در امان می‌ماند.
پ) آزمایش‌هایی را طراحی و اجرا کنید که نشان دهد بار اضافی داده‌شده به رسانا، روی سطح خارجی آن قرار می‌گیرد.

خازن - خازن با دی الکتریک - انرژی خازن



۹۰ دو صفحه خازن تخت بارداری را همانند شکل با بستن کلید به هم وصل می‌کنیم، در نتیجه جرقه‌ای زده می‌شود. حال اگر دوباره صفحات را به همان اندازه باردار کنیم ولی فاصله آنها را دو برابر کنیم و سپس دو صفحه را به هم وصل کنیم، آیا جرقه حاصل بزرگ‌تر از قبل می‌شود، یا کوچک‌تر و یا تغییری نمی‌کند؟ توضیح دهید.



۹۱) خازنی به ظرفیت C را با اختلاف پتانسیل V پر کرده و از مولد جدا می‌کنیم. سپس فاصله بین دو صفحه آن را دو برابر کرده و بین دو صفحه، دی‌الکتریک با ضریب ϵ_0 قرار می‌دهیم. بار، ظرفیت، اختلاف پتانسیل و انرژی ذخیره‌شده در خازن چند برابر می‌شوند؟

۹۲) یک خازن تخت به یک باتری بسته شده است تا باردار شود. پس از مدتی، در حالی که باتری همچنان به خازن متصل است، فاصله بین صفحه‌های خازن را دو برابر می‌کنیم. کدام یک از موارد زیر درست است؟

الف) میدان الکتریکی میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

ب) اختلاف پتانسیل میان صفحه‌ها نصف می‌شود.

پ) ظرفیت خازن دو برابر می‌شود.

ت) بار روی صفحه‌ها تغییر نمی‌کند.

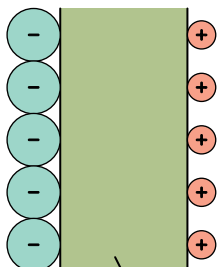
۹۳) ظرفیت خازن مسطحی $40 \mu F$ است. اگر بار الکتریکی $10 \mu C$ در آن ذخیره شود و فاصله صفحات خازن 1 cm باشد، بزرگی میدان الکتریکی بین دو صفحه چند ولت بر متر است؟

۹۴) مساحت صفحات موازی خازن تختی 4 cm^2 و فاصله میان آنها 2 mm است. اگر میدان الکتریکی بین صفحه‌ها 500 N/C باشد و بین صفحه‌ها هوا قرار داشته باشد: $\left(\epsilon_0 \cong 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2} \right)$

الف) ظرفیت خازن چند فاراد است؟

ب) اختلاف پتانسیل بین صفحه‌های خازن چند ولت است؟

۹۵) یک یاخته عصبی (نورون) را می‌توان با یک خازن تخت مدل‌سازی کرد، به‌طوری که غشای سلول به عنوان دی‌الکتریک و یون‌های باردار با علامت مخالف که در دو طرف غشا هستند به عنوان بارهای روی صفحه‌های خازن عمل کنند (شکل روبه‌رو). ظرفیت یک سلول عصبی و تعداد یون‌های لازم (با فرض آنکه هر یون یک بار یونیده باشد)، برای آنکه یک اختلاف پتانسیل 85 mV ایجاد شود چقدر است؟ فرض کنید غشا دارای ثابت دی‌الکتریک $\epsilon = 3.0$ ، ضخامت 1.0 nm و مساحت سطح $1.0 \times 10^{-10} \text{ m}^2$ است.



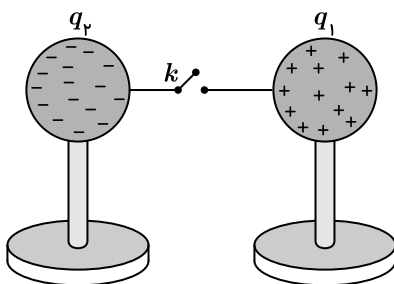
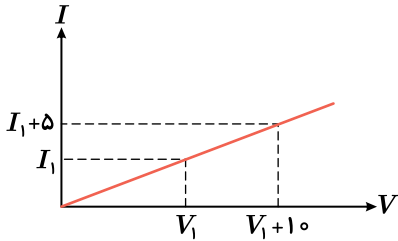
غشای یاخته



فصل دوم: جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

جریان الکتریکی - مقاومت الکتریکی و قانون اهم

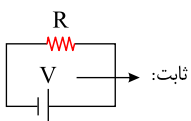
۹۶ در نمودار $I - V$ شکل مقابل، مقاومت رسانای اهمی، چند اهم است؟



۹۷ دو کره رسانای فلزی کاملاً مشابه، اولی دارای بار $q_1 = 8 \mu C$ و دومی دارای بار $q_2 = -10 \mu C$ بر روی پایه‌های عایقی قرار دارند. این دو کره را با بستن کلید توسط سیم فلزی با مقاومت R به یکدیگر وصل می‌کنیم و $0.1 s$ طول می‌کشد تا دو کره هم‌پتانسیل شوند. جریان متوسطی که در این مدت از سیم می‌گذرد، چقدر است؟

۹۸ معادله بار الکتریکی عبوری از مقطع یک رسانا در SI به صورت $q = 4t^2 + 1$ است. شدت جریان متوسط در بازه زمانی $t_1 = 0 s$ تا $t_2 = 2 s$ چند آمپر است؟

۹۹ در شکل زیر در هر ثانیه 1.4×10^{19} الکترون از مقاومت R عبور می‌کند. اگر مقاومت R برداشته شود و به جای آن مقاومتی به بزرگی $3R$ جایگزین شود، چند الکترون در هر ثانیه از آن عبور می‌کند؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

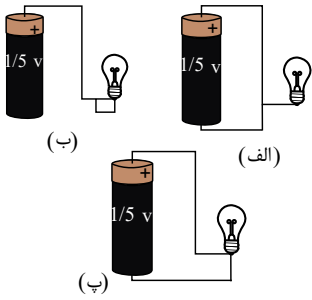


۱۰۰ یک باتری $6 Ah$ چند ساعت می‌تواند جریان $5 A$ را از خود عبور دهد. در چنین حالتی چند کولن بار جابه‌جا شده است؟

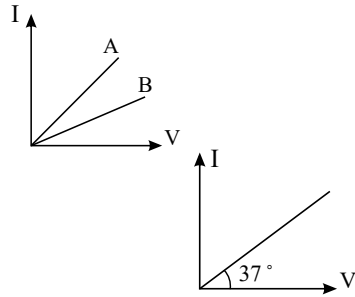
۱۰۱ فرض کنید از هر مقطع یک مدار در مدت زمان $5 s$ مقدار $250 C$ بار الکتریکی عبور کند. با فرض ثابت بودن آهنگ عبور بار، جریان متوسط را محاسبه کنید.



۱۰۲ در کدام یک از شکل‌های زیر، لامپ روشن می‌شود؟

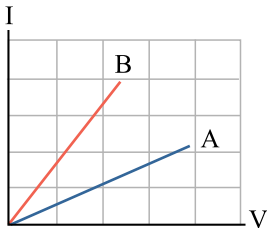


۱۰۳ الف) شکل مقابل نمودار $I - V$ دو رسانای A و B را نشان می‌دهد با محاسبه نشان دهید که مقاومت الکتریکی کدامیک بیشتر است؟



ب) در شکل مقابل اگر شدت جریان $3A$ از مقاومت مربوطه بگذرد، ولتاژ دو سر آن چقدر است؟

۱۰۴ اختلاف پتانسیل دو سر باتری خودروهای سواری برابر 12 ولت است. اگر هشت باتری قلمی 1.5 ولتی را به‌طور متوالی به یکدیگر وصل کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه آنها نیز برابر 12 ولت می‌شود. توضیح دهید چرا در خودروها به جای باتری خودرو از هشت باتری قلمی استفاده نمی‌شود.



۱۰۵ شکل زیر نمودار $I - V$ را برای دو رسانای A و B نشان می‌دهد. مقاومت کدامیک بیشتر است؟ چرا؟

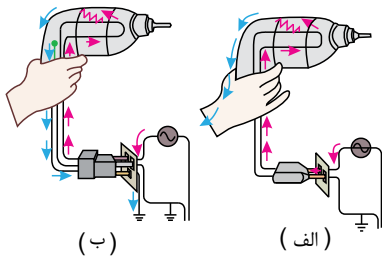
۱۰۶ در آزمایش تحقیق قانون اهم، نتایج جدول زیر به دست آمده است.

شماره آزمایش	عدد ولت سنج (V)	عدد آمپرسنج (A)
۱	صفر	صفر
۲	1.6	0.16
۳	4.4	0.43
۴	7.0	0.68
۵	9.0	0.72
۶	10.0	0.75

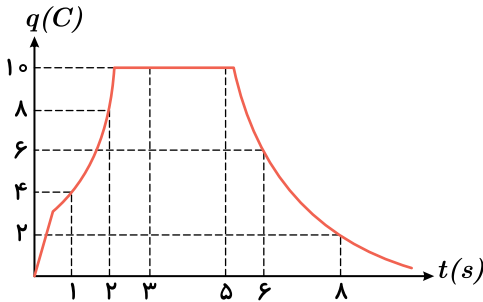
نمودار ولتاژ بر حسب جریان را رسم کنید و با فرض ثابت ماندن در چه محدوده‌ای رفتار این مقاومت از قانون اهم پیروی می‌کند.



۱۰۷ بررسی کنید اگر متنه برقی (دریل) معیوب شکل‌های زیر را با دوشاخه (شکل الف) یا سه‌شاخه (شکل ب) به پریز وصل کنیم، چه رخ می‌دهد؟



۱۰۸ نمودار مقدار بار کل عبوری از سطح مقطعی مشخص برحسب زمان به‌صورت مقابل است. جریان متوسط در بازه‌های زمانی زیر را به دست آورید:

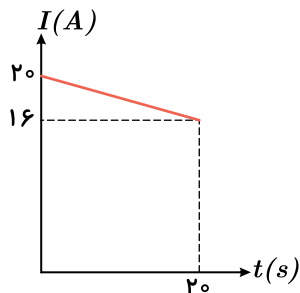


الف $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 2s$

ب $t_3 = 3s$ تا $t_4 = 5s$

پ $t_5 = 6s$ تا $t_6 = 8s$

۱۰۹ نمودار جریان عبوری از مقطع یک سیم برحسب زمان، مطابق شکل روبه‌رو است. طی $2s$ ، چند آمپر - ساعت بار از مقطع این سیم عبور می‌کند؟



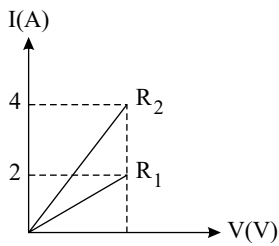
۱۱۰ اگر یک باتری 400 میلی‌آمپر - ساعتی، با جریان یکنواخت $2A$ یک لامپ را روشن کند. پس از چند دقیقه لامپ خاموش می‌شود؟

۱۱۱ در رابطه $\Delta q = I(\Delta t)$ اگر I برحسب آمپر و Δt برحسب ساعت باشد، یکای Δq ، آمپر - ساعت می‌شود. باتری خودروها با آمپر - ساعت (Ah) و باتری گوشی‌های همراه با میلی‌آمپر - ساعت (mAh) مشخص می‌شود. هرچه آمپر - ساعت یک باتری بیشتر باشد حداکثر باری که باتری می‌تواند از مدار عبور دهد تا به‌طور ایمن تخلیه شود، بیشتر است.

الف) باتری استاندارد خودرویی، $50Ah$ است. اگر این باتری جریان متوسط $50A$ را فراهم سازد، چقدر طول می‌کشد تا خالی شود؟
ب) روی یک باتری قلمی مقدار $1000mAh$ نوشته شده است. اگر این باتری جریان متوسط $100\mu A$ را فراهم سازد، چه مدت طول می‌کشد تا خالی شود؟



۱۱۲) نمودار تغییرات جریان برحسب تغییرات ولتاژ دو مقاومت R_1 و R_2 مطابق شکل روی یک دستگاه مختصات رسم شده است. نسبت



$\frac{R_1}{R_2}$ چقدر است؟

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی، انواع مقاومت ها و کدگذاری

۱۱۳) یک سیم مسی با مقاومت ویژه $1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ دارای طول $10m$ و مساحت سطح مقطع $1mm^2$ است.

الف) مقاومت الکتریکی این سیم چقدر است؟

ب) اگر این سیم را از وسط نصف کنیم و دو قطعه را کنار هم قرار دهیم مقاومت مجموعه به دست آمده چقدر خواهد شد؟

۱۱۴) مقاومت ویژه المنت یک اجاق برقی در دمای $32^\circ C$ برابر با $6.8 \times 10^{-5} \Omega m$ و ضریب دمایی مقاومت ویژه آن $2 \times 10^{-3} K^{-1}$ است.

مقاومت ویژه این المنت در دمای $42^\circ C$ چند اهم متر است؟

۱۱۵) دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده‌اند و طول یکسانی دارند. رسانای A سیم توپری به قطر $1mm$ است. رسانای B

لوله‌ای توخالی به شعاع خارجی $2mm$ و شعاع داخلی $1mm$ است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟

۱۱۶) در جمله‌های زیر، جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

الف) عامل شارش بار الکتریکی بین دو نقطه، وجود بین آن دو نقطه است.

ب) شیب نمودار جریان برحسب اختلاف پتانسیل برای یک رسانای اهمی، بیانگر است.

پ) یکای ضریب دمایی مقاومت ویژه (α) است.

ت) در آزمایشگاه برای اندازه‌گیری مقاومت لامپ خاموش از استفاده می‌کنند.

ث) ترمیستور نوعی از مقاومت است که مقاومت الکتریکی آن به بستگی ویژه‌ای دارد.

۱۱۷) کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) مقاومت الکتریکی یک رسانا، با طول آن نسبت (وارون / مستقیم) دارد.

ب) مقاومت نوری یا (LED/LDR) نوعی از مقاومت است که مقاومت الکتریکی آن به نور تابیده شده بستگی دارد.



پ جریان در مدار در (جهت / خلاف جهت) پیکان دیود می‌تواند عبور کند.

ت از (ترمیستور / دیود) برای تبدیل جریان‌های متناوب به جریان مستقیم استفاده می‌شود.

ث آمپرسنج غیر ایده‌آل، همواره عددی (کمتر / بیشتر) از جریان واقعی مدار را نشان می‌دهد.

ج مناسب‌ترین ولت‌سنج برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل به مدار، ولت‌سنجی است که مقاومت آن (کم / زیاد) باشد.

۱۱۸ هریک از عبارت‌های ستون اول به یکی از عبارت‌های ستون دوم مرتبط است. عبارت مربوط به ستون دوم را بنویسید. (یک مورد در ستون دوم اضافه است)

ستون (۱)	ستون (۲)
الف) از قانون اهم پیروی نمی‌کند. ب) حسگر دماست پ) به عنوان چشم الکترونیکی می‌توان از آن استفاده کرد	۱) مقاومت نوری ۲) دیود نور گسیل ۳) رنوستا ۴) ترمیستور

۱۱۹ مقاومت‌های نوری یا LDR چه نوع مقاومتی هستند و چه کاربردی دارند؟

۱۲۰ ترمیستور چیست و انواع آن را نام ببرید.

۱۲۱ روی یک مقاومت حلقه‌های رنگی از چپ به راست قرمز، سبز و قهوه‌ای هستند.

الف) این مقاومت الکتریکی چند اهم است؟

ب) اگر حلقه چهارم طلایی باشد دربارهٔ اندازهٔ مقاومت چه می‌توان گفت؟

۱۲۲ الف) نیم‌رساناها با تغییر دما چه رفتاری از خود نشان می‌دهند؟

ب) به نظر شما چرا وسایلی مانند بُرد اصلی کامپیوترها که از نیم‌رساناها ساخته شده‌اند هنگام کار کردن نیاز به فن برای خنک شدن دارند؟

۱۲۳ مقاومت سیمی در $100^{\circ}C$ چهار برابر مقاومت آن در $25^{\circ}C$ است ضریب دمایی سیم را به‌دست آورید.

۱۲۴ طول یک سیم رسانا از جنس آهن را تعیین کنید که در اثر تغییر دما از $10^{\circ}C$ به $40^{\circ}C$ بر مقاومت الکتریکی آن 180Ω افزوده

گردد. سطح مقطع سیم 10 میلی‌متر مربع و ضریب گرمایی $\frac{1}{60000}^{\circ}C$ می‌باشد و مقاومت ویژه آهن $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ است.



۱۲۵) لامپ یک چراغ قوه معمولی با ولتاژ $۲٫۹V$ کار می‌کند و در این حالت جریان $A = ۳۰$ از آن می‌گذرد. اگر مقاومت رشته تنگستنی این لامپ در دمای اتاق ($۲۰^{\circ}C$) برابر $۱٫۱\Omega$ باشد، دمای این رشته وقتی که لامپ روشن است، چقدر می‌شود؟
 $\frac{1}{K} = ۴٫۵ \times 10^{-3}$ (تنگستن α)

۱۲۶) در ماشین‌های چمن‌زنی برقی برای مسافت‌های حداکثر تا $۳۵m$ از سیم‌های مسی نمره ۲۰ (قطر $۰٫۸mm$) و برای مسافت‌های طولانی‌تر از سیم‌های ضخیم‌تر نمره ۱۶ (قطر $۱٫۳mm$) استفاده می‌کنند تا بدین ترتیب مقاومت سیم را تا آنجا که ممکن است کوچک نگه دارند.

الف) مقاومت یک سیم ۳۰ متری ماشین چمن‌زنی چقدر است؟
 ب) مقاومت یک سیم ۷۰ متری ماشین چمن‌زنی چقدر است؟
 (دمای سیم‌ها را $۲۰^{\circ}C$ در نظر بگیرید و $\rho = ۱٫۷ \times 10^{-8} \Omega \cdot m$)

۱۲۷) درستی یا نادرستی عبارتهای زیر را تعیین کنید.

الف) سرعت سوق در یک رسانای فلزی معمولاً از مرتبه $\frac{m}{s} 10^{-4}$ یا $\frac{m}{s} 10^{-5}$ است.

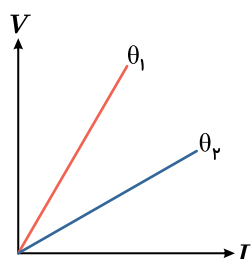
ب) از LDR ها به‌عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش استفاده می‌شود.

پ) با افزایش شدت نور تابیده‌شده به یک مقاومت نوری، از مقاومت آن کاسته می‌شود.

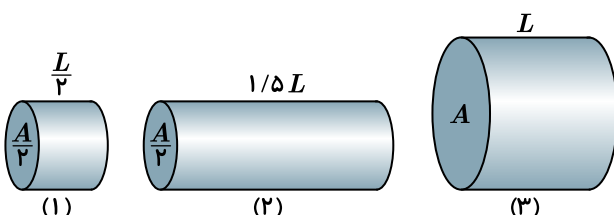
ت) از دیود به‌عنوان یکسوکننده جریان الکتریکی استفاده می‌شود.

ث) با افزایش جریان عبوری از باتری، نیروی محرکه الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

ج) قاعده حلقه چیزی به جز پایداری بار الکتریکی نیست.



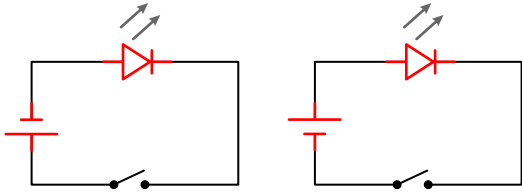
۱۲۸) شکل روبه‌رو نمودار $V - I$ را برای یک رسانا در دو دمای θ_1 و θ_2 نشان می‌دهد. با ذکر دلیل معلوم کنید کدام یک از دماها بیشتر است؟



۱۲۹) شکل روبه‌رو سه رسانای فولادی استوانه‌ای را نشان می‌دهد. با توجه به طول و مساحت مقطع، این رساناها را برحسب جریانی که با اعمال اختلاف پتانسیل V یکسانی به دو سر آنها ایجاد می‌شود، به گونه‌ای مرتب کنید که بیشترین مقدار در ابتدا باشد.



۱۳۰ در کدام شکل با بستن کلید، LED روشن می‌شود؟

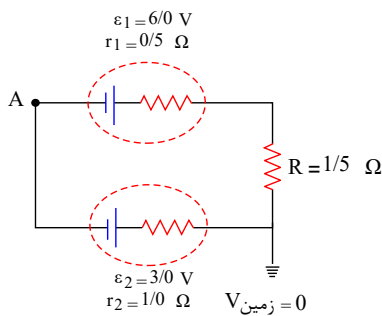


۱۳۱ سیم‌کشی خانه‌ها معمولاً با سیم‌های مسی‌ای صورت می‌گیرد که قطری برابر با $۲٫۰۳۲\text{ mm}$ دارد. مقاومت ۱۰۰ m از این سیم‌ها در دمای اتاق چقدر است؟ ($\rho_{\text{مس}} = ۱٫۷ \times ۱۰^{-۸} \Omega \cdot \text{m}$)

نیروی محرکه الکتریکی و مدارها - قاعده حلقه، مدار تک حلقه ای و افت پتانسیل در مقاومت

۱۳۲ در شکل زیر

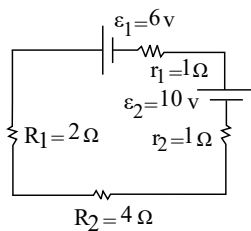
الف) اختلاف پتانسیل دو سر مولدها را به دست آورید.
ب) پتانسیل نقطه A را تعیین کنید.



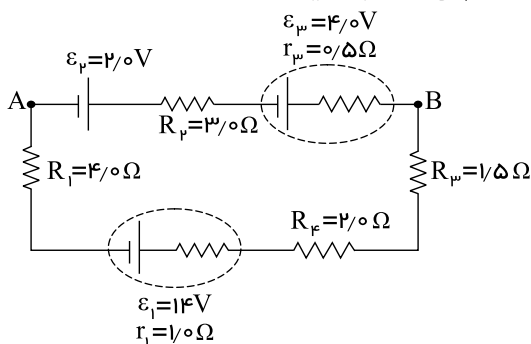
۱۳۳ در مدار مقابل: الف) جریان عبوری از مدار چقدر است؟

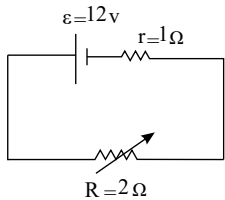
ب) توان مصرفی در مقاومت R_p چقدر است؟

ج) توان خروجی مولد ε_2 چقدر است؟



۱۳۴ در مدار شکل زیر جریان در مدار و اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و B ($V_B - V_A$) را محاسبه کنید.





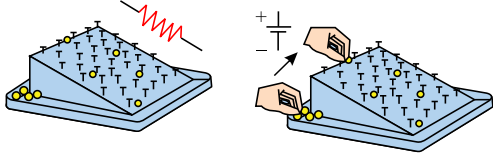
۱۳۵ در مدار مقابل: الف) جریان عبوری از مقاومت R چقدر است؟

ب) اختلاف پتانسیل دو سر مولد را به دست آورید.

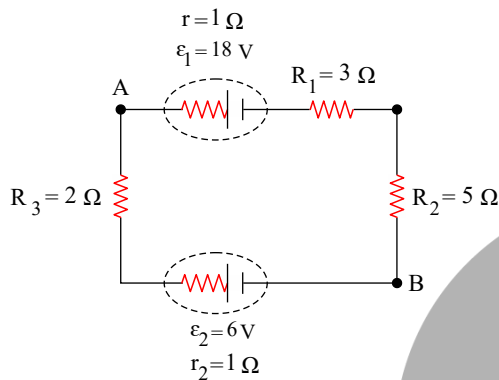
ج) با فرض آن که مقاومت متغیر را در مقادیر مختلف تغییر دهیم، نمودار $V - I$ را برای مولد رسم کنید.

۱۳۶ شکل زیر یک مشابهت‌سازی مکانیکی برای درک مقاومت و نیروی محرکه الکتریکی را نشان می‌دهد که در آن بر سطح شیب‌داری

میخ‌هایی تعبیه شده و تیل‌ها از ارتفاع بالای سطح شیب‌دار رها می‌شوند و سپس دوباره به بالای سطح شیب‌دار بازگردانده می‌شوند. این مشابهت‌سازی مکانیکی را توجیه کنید.



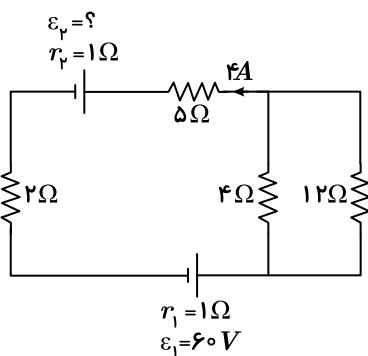
۱۳۷ در مدار شکل مقابل مطلوب است محاسبه:



الف) انرژی مصرف‌شده در مقاومت ۳ اهمی در مدت ۱۰ ثانیه

ب) توان تلف‌شده مولد ε_1

پ) اختلاف پتانسیل $V_A - V_B$



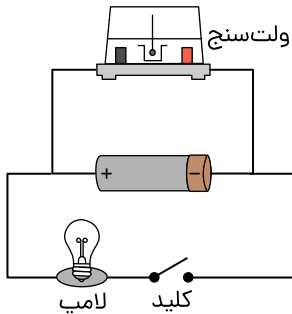
۱۳۸ در مدار شکل مقابل، جریان الکتریکی در مقاومت ۵ اهمی برابر ۴ آمپر است.

الف) جریان الکتریکی در مقاومت ۱۲ اهمی چند آمپر است؟



ب مقدار نیروی محرکه $\mathcal{E}$ را محاسبه کنید.

۱۳۹ یک باتری را در نظر بگیرید که وقتی به مدار بسته نیست پتانسیل دو سرش برابر 12.0 V است. وقتی یک مقاومت $10.0\ \Omega$ به این باتری بسته شود، اختلاف پتانسیل دو سر باتری به 10.9 V کاهش می‌یابد. مقاومت داخلی باتری چقدر است؟



۱۴۰ به کمک یک باتری، سیم‌های رابط، لامپ کوچک، ولت‌سنج و کلید، مداری همانند شکل روبه‌رو ولت‌سنج درست کنید. قبل از بستن کلید عددی را که ولت‌سنج نشان می‌دهد بخوانید. سپس کلید را ببندید و دوباره عددی را که ولت‌سنج نشان می‌دهد بخوانید. در کدام حالت ولت‌سنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد؟ چرا؟

توان و انرژی

۱۴۱ بر روی وسیله‌های الکتریکی، اعداد مربوط به ولتاژ و توان نوشته می‌شود. برای دو وسیله زیر،

الف) سیم‌های اتصال به برق آنها باید بتواند حداقل چه جریانی را از خود عبور دهد؟

ب) مقاومت الکتریکی هر وسیله در حالت روشن چقدر است؟



کتری برقی 220 V ، 2400 W



اتوی برقی 220 V ، 850 W

۱۴۲ تلویزیون و یکی از لامپ‌های خانه خود را در نظر بگیرید و فرض کنید که هر کدام روزی ۸ ساعت با اختلاف پتانسیل 220 V روشن باشد.

الف) انرژی الکتریکی مصرفی هر کدام در یک دوره یک ماهه (30 روز) چند kWh است؟ (توان مصرفی هر وسیله را از روی آن بخوانید.)

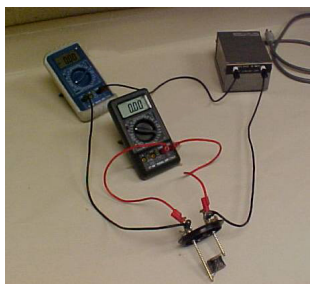
ب) بهای برق مصرفی هر کدام از قرار هر کیلووات ساعت 50 تومان در یک دوره یک ماهه چقدر می‌شود؟

پ) اگر در شهر شما هر خانه یک لامپ 100 W وات اضافی را به مدت ۳ ساعت در شب روشن کند، در طول یک ماه تقریباً چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی اضافی مصرف می‌شود؟

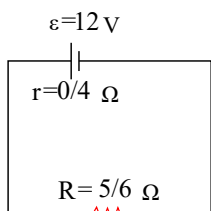
۱۴۳ دو لامپ رشته‌ای در اختیار داریم که جنس و طول رشته آنها یکسان است، ولی رشته لامپ B ضخیم‌تر از رشته لامپ A است. وقتی لامپ‌ها به ولتاژ یکسانی وصل شوند، کدام لامپ پرنورتر خواهد بود و چرا؟

۱۴۴ آذرخش مثالی جالب از جریان الکتریکی در پدیده‌های طبیعی است. در یک آذرخش نوعی $10^9 \times 10^9\text{ J}$ انرژی تحت اختلاف پتانسیل 10^7 V در بازه زمانی 0.2 s آزاد می‌شود. با استفاده از این اطلاعات

الف) مقدار بار کل منتقل‌شده بین ابر و زمین، ب) جریان متوسط در یک یورش آذرخش و پ) توان الکتریکی آزاد شده در 0.2 s را به دست آورید.

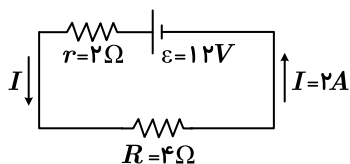
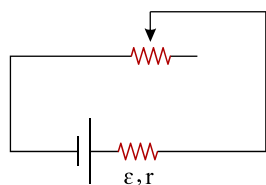


۱۴۵ قانون ژول بیان می‌دارد گرمای تولیدشده توسط جریان I عبوری از یک مقاومت R در مدت زمان t برابر با RI^2t است. این قانون را می‌توان به روش گرماسنجی با یک گرماسنج که در فیزیک دهم با آن آشنا شدید تحقیق کرد. اسباب این آزمایش در شکل نشان داده شده است. دربارهٔ چگونگی این آزمایش تحقیق کنید.



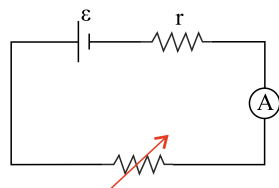
۱۴۶ توان تولیدی در کل مدار شکل مقابل چند وات است؟

۱۴۷ در مدار شکل مقابل، مقاومت رئوستا 4Ω و توان خروجی باتری بیشینه و برابر 100 وات است. اگر مقاومت رئوستا به 6Ω برسد، توان خروجی باتری چند درصد کاهش می‌یابد؟

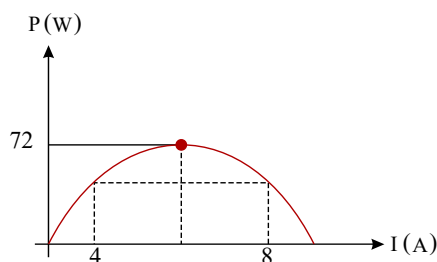


۱۴۸ برای مدار شکل داده‌شده، توان خروجی باتری و توان مصرفی در مقاومت را محاسبه کنید.

۱۴۹ در شکل روبه‌رو با تغییر مقاومت رئوستا، جریان را از $4A$ به $3A$ می‌رسانیم. توان خروجی باتری $2W$ افزایش و توان تلف‌شده در داخل باتری $14W$ کاهش می‌یابد. نیروی محرکهٔ مولد چند ولت است؟



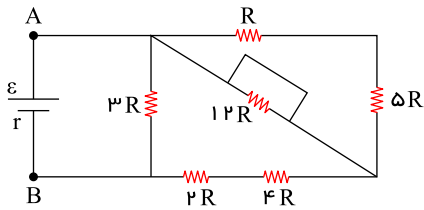
۱۵۰ شکل زیر نمودار توان مفید مولد برحسب جریان را نشان می‌دهد. مقادیر ε و r چقدر است؟



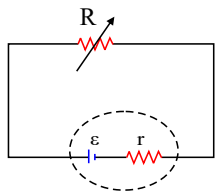


۱۵۱ نیروی محرکه یک باتری ۲۰ ولت است. وقتی دو سر باتری را به دو سر یک مقاومت ۳۶ اهمی متصل می‌کنیم، اختلاف پتانسیل دو سر این مقاومت ۱۸ ولت می‌شود. در این حالت توان تلف‌شده در مقاومت درونی باتری چند وات است؟

۱۵۲ در شکل زیر اگر توان مصرفی مقاومت $4R$ برابر $8W$ باشد، توان خروجی مولد چند وات است؟



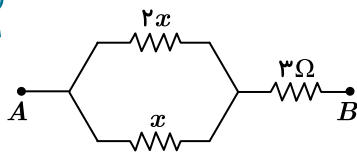
۱۵۳ در شکل زیر،



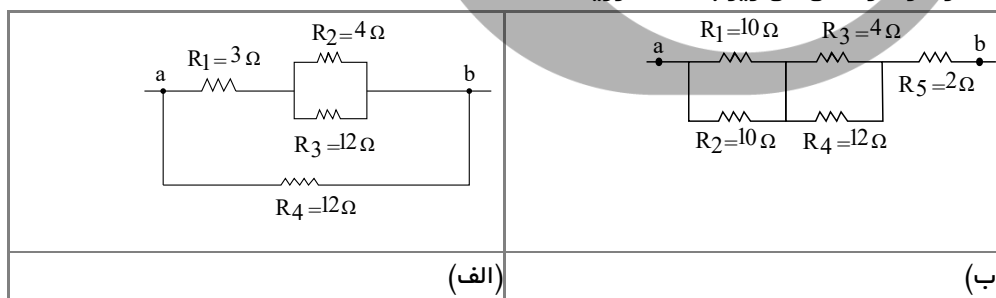
الف) نیروی محرکه الکتریکی و مقاومت داخلی منبع را که توان خروجی آن به ازای $I_1 = 500A$ برابر $950W$ و به ازای $I_2 = 700A$ برابر $126W$ است، محاسبه کنید.
ب) نمودار اختلاف پتانسیل دو سر باتری بر حسب جریان گذرنده از آن را رسم کنید.

قاعده انشعاب، ترکیب مقاومت‌ها - به هم بستن متوالی، موازی یا ترکیبی

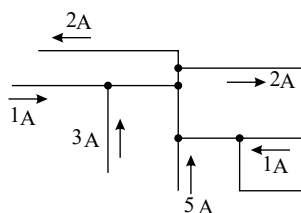
۱۵۴ اگر مقاومت معادل بین دو نقطه A و B، 7Ω باشد، x برابر چند اهم است؟

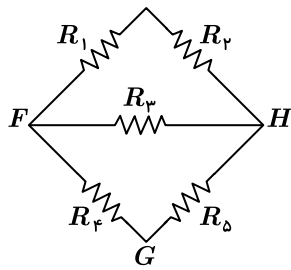


۱۵۵ مقاومت‌های معادل بین دو نقطه a و b را در شکل‌های زیر به دست آورید.



۱۵۶ در شکل مقابل جریان مجهول را بیابید.



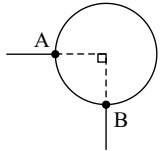


۱۵۷ شکل روبه‌رو پنج مقاومت ۸۰۰Ω اهمی را نشان می‌دهد.

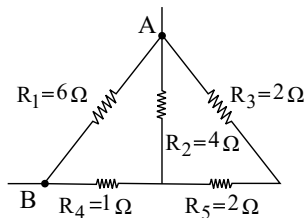
الف) مقاومت معادل بین نقطه‌های F و H چقدر است؟

ب) مقاومت معادل بین نقطه‌های F و G چقدر است؟

۱۵۸ سیمی به مقاومت R را به شکل حلقه‌ای دایره‌ای درآورده‌ایم و در نقطه A اتصال برقرار می‌کنیم، مقاومت معادل بین دو نقطه



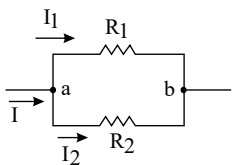
B و A چقدر است؟



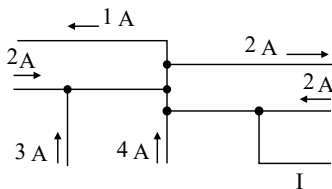
۱۵۹ مقاومت معادل بین نقاط A و B چقدر است؟

۱۶۰ لامپ‌های یک درخت زینتی، به‌طور متوالی متصل شده‌اند. اگر یکی از لامپ‌ها بسوزد، چه اتفاقی می‌افتد؟ به نظر شما چرا همه چراغ‌های خودرو (چراغ‌های جلو، عقب و...) به‌طور موازی بسته می‌شوند؟

۱۶۱ در مدار شکل مقابل جریان I چگونه بین دو مقاومت R_1 و R_2 تقسیم می‌شود؟ (تقسیم جریان بین دو مقاومت موازی)

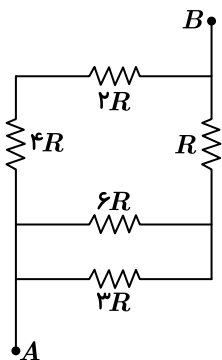


۱۶۲ شکل زیر بخشی از یک مدار را نشان می‌دهد. بزرگی و جهت جریان I در سیم پایین سمت راست چیست؟

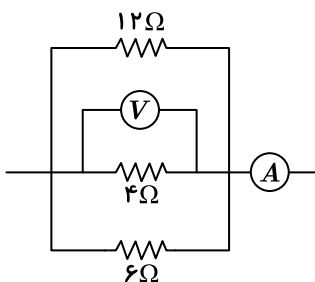




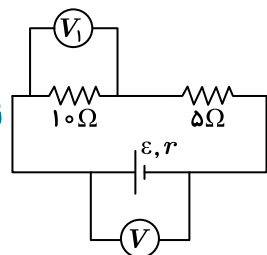
۱۶۳ در مدار مقابل، اگر $R = 3\Omega$ باشد، مقاومت معادل مدار بین دو نقطه A و B چند اهم است؟



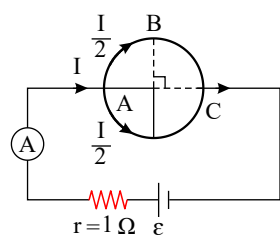
۱۶۴ در شکل روبه‌رو، اگر ولت‌سنج ایده‌آل 10 ولت را نشان دهد، آمپرسنج ایده‌آل چه جریانی را نشان می‌دهد؟



۱۶۵ در شکل مقابل، اگر $V_1 = 20V$ باشد، ولت‌متر V ، چند ولت را نشان می‌دهد؟



۱۶۶ سیم یکنواختی به مقاومت 20 اهم را مانند شکل به صورت یک حلقه درمی‌آوریم و دو سر قطر AC را به کمک سیم‌های رابط به دو پایانه یک باتری متصل می‌کنیم.



الف) مقاومت معادل میان دو نقطه A و C چند اهم است؟

ب) اگر آمپرسنج 2 آمپر را نشان دهد، نیروی محرکه باتری چقدر است؟

پ) اختلاف پتانسیل دو نقطه A و B ، $V_A - V_B$ چند ولت است؟

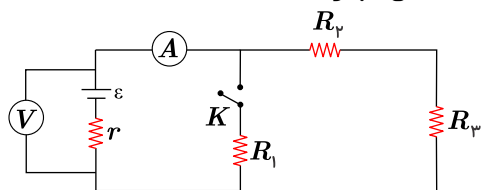


۱۶۷ سه مقاومت مشابه ۱۲ اهمی را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می‌بندیم و به اختلاف پتانسیل ۱۲ ولت وصل می‌کنیم. در هر بار، چه جریانی از هر مقاومت می‌گذرد؟

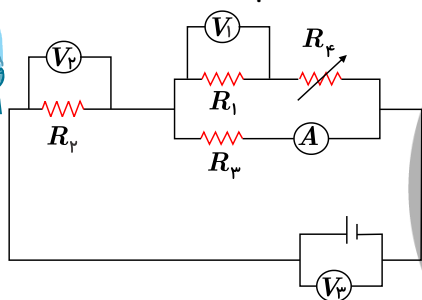
۱۶۸ دو لامپ با مقاومت مساوی R را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می‌بندیم و آنها را هر بار به ولتاژ V وصل می‌کنیم. نسبت توان مصرف شده در حالت موازی به توان مصرف شده در حالت متوالی چقدر است؟

۱۶۹ اگر دو لامپ ۱۰۰ وات و ۲۲۰ ولتی را به طور متوالی به اختلاف پتانسیل $V = ۲۲۰$ وصل کنیم، توان مصرفی هر یک از آنها چند وات خواهد بود؟ (مقاومت‌ها ثابت می‌ماند).

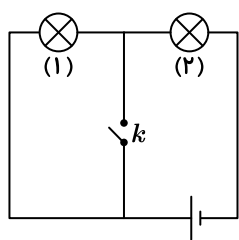
۱۷۰ سه مقاومت الکتریکی مطابق شکل، در یک مدار الکتریکی قرار دارند و ابتدا کلید k باز است. پس از بستن کلید K ، عددی که ولتسنج آرمانی نمایش می‌دهد و عدد آمپرسنج آرمانی و مقاومت معادل مجموعه است.



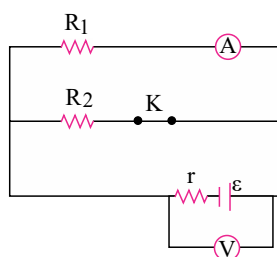
۱۷۱ در مدار شکل مقابل اگر مقدار R_p را افزایش دهیم، مقادیری که آمپرسنج و ولتسنج‌ها نشان می‌دهند چه تغییری می‌کنند؟



۱۷۲ در مدار روبه‌رو، اگر کلید k بسته شود، نور لامپ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟

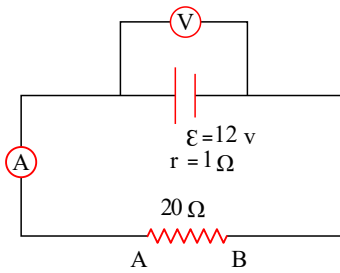


۱۷۳ در شکل زیر اگر کلید K باز شود، مقادیری که ولتسنج و آمپرسنج نشان می‌دهند چه تغییری می‌کند؟





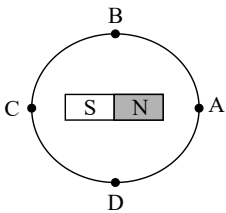
۱۷۴ در شکل زیر اگر به جای مقاومت 20Ω دو مقاومت 20Ω به طور موازی قرار گیرد، مقادیری که به ترتیب ولت سنج و آمپرسنج نشان خواهند داد، نسبت به وضع کنونی چگونه تغییر می کند؟



فصل سوم : مغناطیس

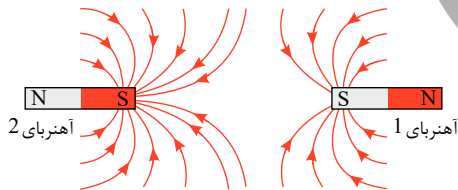
مغناطیس و قطب های مغناطیسی - میدان مغناطیسی - میدان مغناطیسی زمین - میدان مغناطیسی یکنواخت

۱۷۵ در شکل مقابل با قرار گرفتن یک عقربه مغناطیسی در نقاط A و B و C و D جهت قرارگیری عقربه مغناطیسی به چه شکلی خواهد بود و با حرکت دادن عقربه مغناطیسی از A به B و C و D سپس بازگشت به نقطه A عقربه مغناطیسی چند درجه چرخیده است؟



۱۷۶ الف) آهنربای میله ای با قطب های نامشخص در اختیار داریم. دستکم دو روش را برای تعیین قطب های این آهنربا بیان کنید.

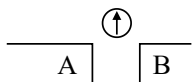
ب) خط های میدان مغناطیسی بین دو آهنربا در شکل زیر نشان داده شده است. اندازه میدان مغناطیسی را در نزدیکی قطب های آهنربا با هم مقایسه کنید.



۱۷۷ یک آهنربای میله ای روی سطح افقی میز و یک قطب نما در مقابل آن قرار دارد. آهنربا را مطابق شکل مقابل، حول مرکز آن به طور افقی به اندازه 90° درجه در جهت عقربه های ساعت می چرخانیم، جهت قطب نما چند درجه و به کدام سمت خواهد چرخید؟



۱۷۸ با توجه به نحوه قرارگیری عقربه مغناطیسی در شکل مقابل، قطب های A و B را تعیین کنید.



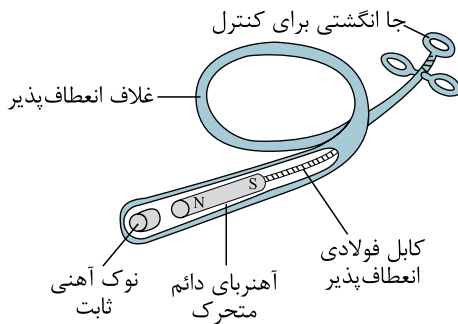


۱۷۹ الف) طرحواره‌ای از آهنربای فرضی داخل کره زمین رسم کنید.

ب) آیا قطب‌های مغناطیسی زمین بر قطب‌های جغرافیایی زمین منطبق هستند؟

۱۸۰

کودکی یک قطعه آهنی را بلعیده است. پزشک می‌خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.



الف) هنگامی که آهنربای دائمی به نوک ثابت آهنی نزدیک می‌شود چه اتفاقی می‌افتد؟

ب) ساختن نوک ثابت آهن چه مزیتی دارد؟

پ) این وسیله را باید به درون گلوله کودک وارد و به‌سوی فلز بلعیده‌شده هدایت کرد؛ چرا

غلاف باید انعطاف‌پذیر باشد؟

ت) پزشک می‌خواهد یک گیره آهنی کاغذ و یک واشر آلومینیمی را از گلوله کودک بیرون

بیاورد؛ کدامیک را می‌توان بیرون آورد؟ چرا؟

۱۸۱

در جمله‌های زیر، جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب کامل کنید.

الف) اگر یک آهنربای میله‌ای را از مرکز آویزان کنیم، قطب N آن به سمت (قطب شمال - قطب جنوب) زمین قرار می‌گیرد.

ب) نیروی وارد بر سیم راست حامل جریان در میدان مغناطیسی (هم‌راستای / عمود بر) میدان است.

پ) اگر از سیمی که در میدان مغناطیسی زمین قرار گرفته، جریانی در جهت شرق بگذرد، نیروی مغناطیسی وارد بر سیم به طرف (بالا / پایین) است.

ت) هرچه از یک سیم راست حامل جریان دور شویم، میدان مغناطیسی ناشی از آن (افزایش - کاهش) می‌یابد.

ث) از اسکوپیدها برای اندازه‌گیری میدان مغناطیسی ایجادشده در (مغز انسان / زمین) استفاده می‌شود.

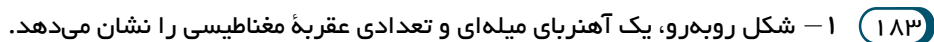
ج) میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله (قوی‌تر / ضعیف‌تر) از میدان در خارج آن است.

۱۸۲ درست یا نادرست بودن هریک از عبارت‌های زیر را مشخص کنید.

الف) هرگز نمی‌توان با شکستن آهنربای میله‌ای قطب‌های مغناطیسی آن را از هم جدا کرد.

ب) از ماده فرومغناطیس نرم برای ساختن آهنربای دائمی استفاده می‌شود.

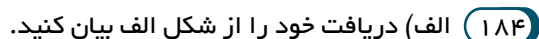
پ) قطب N مغناطیسی زمین منطبق بر قطب شمال جغرافیایی است.



(الف) کدام سر آهنربا قطب N و کدام سر قطب S است؟

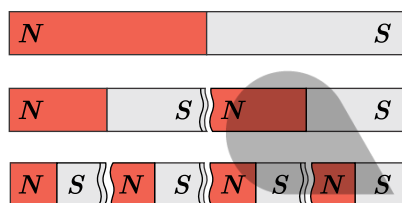
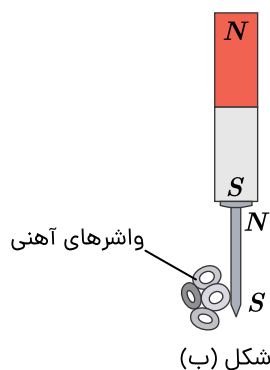
(ب) جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی را در دیگر مکان‌های روی شکل تعیین کنید.

۲- شکل روبه‌رو، خط‌های میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا را نشان می‌دهد. بردار میدان مغناطیسی را در هر یک از نقطه‌های روی شکل رسم کنید. به اندازه و جهت بردار میدان در هر نقطه توجه کنید



(ب) در علوم هشتم با پدیدهٔ القای مغناطیسی آشنا شدید. با

توجه به شکل ب این پدیده را توضیح دهید و بیان کنید چرا در پدیده القای مغناطیسی همواره جذب وجود دارد؟

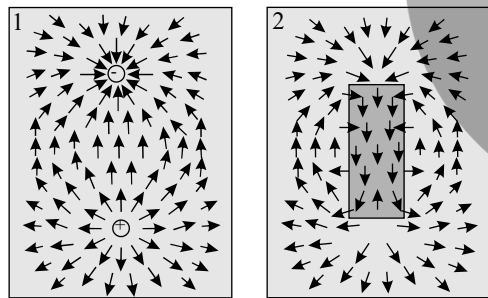


شکل (الف)

۱۸۵ فرض کنید دو میله کاملاً مشابه، یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید. روشی را پیشنهاد کنید که با استفاده از آن و

بدون استفاده از هیچ وسیلهٔ دیگر، بتوان میله‌ای را که از جنس آهن‌رباست مشخص کرد.

۱۸۶ دریافت خود را از مشاهدهٔ تصویر روبه‌رو بنویسید.



 نیروی مغناطیسی وارد بر ذره ی باردار متحرک در میدان مغناطیسی

۱۸۷ پروتونی با تندی $۴/۴ \times ۱۰^۶ \frac{m}{s}$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه $۱۸mT$ در حرکت است. جهت حرکت پروتون با

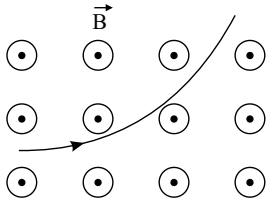
جهت $\vec{B}$ ، زاویه 60° می‌سازد.

(الف) اندازه نیروی وارد بر این پروتون را محاسبه کنید.

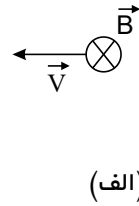
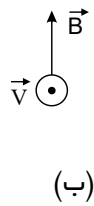
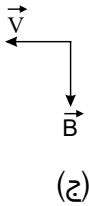
ب) اگر تنها این نیرو بر پروتون وارد شود، شتاب پروتون را حساب کنید. (بار الکتریکی پروتون را $1.6 \times 10^{-19} C$ و جرم آن را $1.7 \times 10^{-27} kg$ در نظر بگیرید).



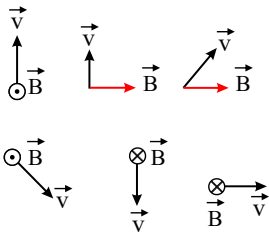
۱۸۸ مطابق شکل بار الکتریکی به اندازه $q = 1.6 \times 10^{-19} C$ با تندی $5 \times 10^5 \frac{m}{s}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواخت می‌شود. اگر نیروی وارد شده بر آن $1.6 \times 10^{-14} N$ باشد: الف) بزرگی میدان مغناطیسی چقدر است؟ ب) علامت بار الکتریکی را تعیین کنید.



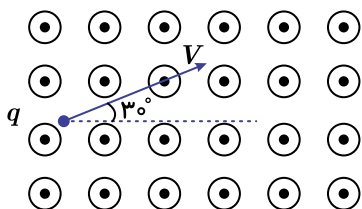
۱۸۹ در هر شکل جهت نیروی مغناطیسی وارد شده بر ذره باردار مثبت را مشخص کنید.



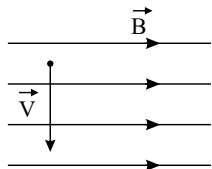
۱۹۰ جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار مثبت را در هر یک از حالت‌های نشان‌داده در شکل زیر تعیین کنید.



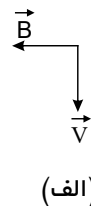
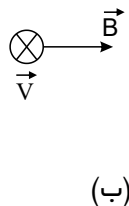
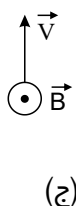
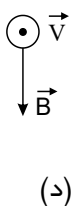
۱۹۱ مطابق شکل، ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -4 \mu C$ با تندی $2 \times 10^5 \frac{m}{s}$ در جهت نشان‌داده شده وارد میدان مغناطیسی یکنواخت و برون‌سو به بزرگی $0.3 T$ شده است. بزرگی و جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره را تعیین کنید.



۱۹۲ پروتونی با تندی $4 \times 10^6 \frac{m}{s}$ مطابق شکل در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $20 mT$ در حرکت است. بزرگی و جهت نیروی وارد بر آن را تعیین کنید. ($q = 1.6 \times 10^{-19} C$ پروتون)

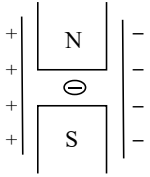


۱۹۳ در هر شکل جهت نیروی وارد بر بار منفی را پیدا کنید.



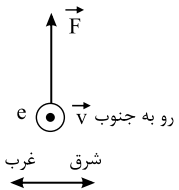


۱۹۴ در شکل مقابل اگر یک الکترون به صورت درون سو (رو به شمال) وارد میدان شود، چگونه به حرکت خود ادامه می‌دهد؟

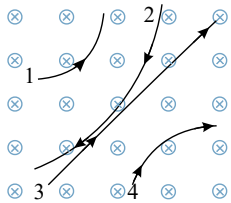


۱۹۵ الکترونی با تندی $۲٫۴ \times ۱۰^۵ \frac{m}{s}$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. اندازه نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر این الکترون وارد می‌شود، هنگامی بیشینه است که الکترون به سمت جنوب حرکت کند.

الف) اگر جهت این نیروی بیشینه، رو به بالا و اندازه آن برابر $۶٫۸ \times ۱۰^{-۱۴} N$ باشد، اندازه و جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید.
ب) اندازه میدان الکتریکی چقدر باشد تا همین نیرو را ایجاد کند؟



۱۹۶ چهار ذره هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می‌پیماید. درباره نوع بار هر ذره چه می‌توان گفت؟

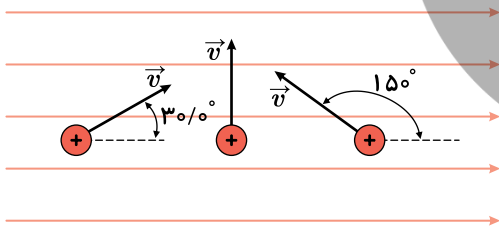


۱۹۷ الف) بر پروتونی که با زاویه $\theta = ۳۰^\circ$ نسبت به میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه $B = ۳۲۰ G$ در حرکت است نیرویی به

اندازه $F = ۵٫۱۲ \times ۱۰^{-۱۴} N$ وارد می‌شود. تندی پروتون چند کیلومتر بر ثانیه است؟

ب) سه ذره، هر کدام با بار $q = ۶٫۱۵ \mu C$ و تندی $v = ۴۶ \frac{m}{s}$ ، در میدان مغناطیسی

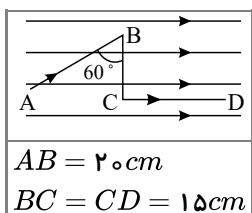
یکنواختی به اندازه $B = ۰٫۱۶۵ T$ در حرکت اند (شکل روبه‌رو). اندازه نیروی وارد $\vec{B}$ بر هر ذره را حساب کنید.



نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

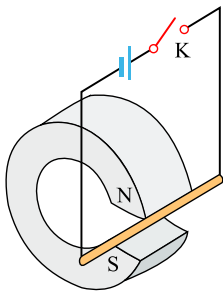
۱۹۸ سیمی مطابق شکل در میدان مغناطیسی $B = ۴ T$ قرار گرفته و از آن جریان $۲ A$ می‌گذرد. نیروی وارد بر هر قسمت سیم را

محاسبه کنید.





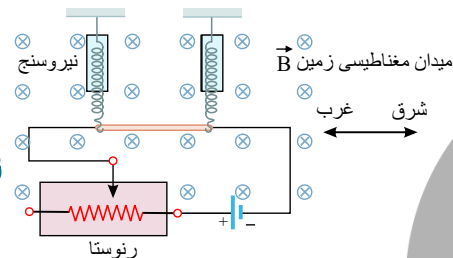
۱۹۹ یک میلهٔ رسانا به پایانه‌های یک باتری وصل شده و مطابق شکل در فضای بین قطب‌های یک آهنربای C شکل آویزان شده است و می‌تواند آزادانه نوسان کند. با بستن کلید K ، چه اتفاقی برای میلهٔ رسانا رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.



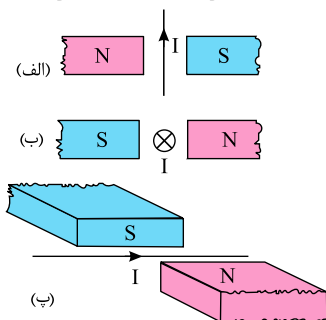
۲۰۰ یک سیم حامل جریان $5A$ به صورت عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $4mT$ به سمت شرق هستند قرار دارد و جریان روبه شمال است. بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر یک متر از سیم چقدر است و این نیرو در چه جهتی است؟

۲۰۱ یک سیم حامل جریان 1.6 آمپر مطابق شکل زیر با دو نیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده‌اند، به طور افقی و در راستای غرب - شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین را یکنواخت، به طرف شمال و اندازهٔ $5mT$ بگیرید. الف) اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را پیدا کنید.

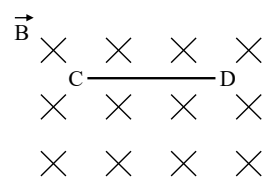
ب) اگر بخواهیم نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی و در چه جهتی باید از سیم عبور کند؟ جرم هر متر از طول این سیم 8 گرم است. $(g = 9.8 \frac{N}{kg})$



۲۰۲ جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان را در هریک از شکل‌های الف، ب و پ با استفاده از قاعدهٔ دست راست بیابید.

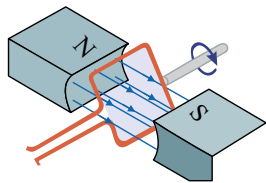


۲۰۳ سیم رسانای CD به طول 40 cm و جرم 40 g به صورت افقی و عمود بر خطوط میدان مغناطیسی B با بزرگی $5T$ قرار گرفته و معلق مانده است. جهت و اندازهٔ جریان I عبوری از سیم را به دست آورید. $(g = 10 \frac{N}{kg})$





۲۰۴ حلقهٔ رسانای مستطیل شکلی که حامل جریان I است، مطابق شکل درون میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخد. جهت جریان را در حلقه تعیین کنید.



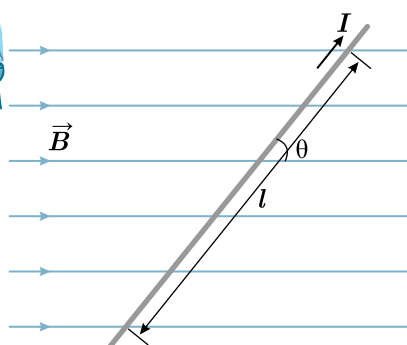
۲۰۵ سیم راستی عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B} = -0.6\vec{i} - 0.8\vec{j}$ در SI قرار دارد. اگر جریان عبوری از سیم 400 mA باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر 30 cm از این سیم چند نیوتون است؟

۲۰۶ آزمایشی را طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی درون میدان مغناطیسی را اندازه‌گیری کرد. در صورت لزوم، برای اجرای این آزمایش می‌توانید از ترازوهای دیجیتال (رقمی) با دقت 0.1 g استفاده کنید.

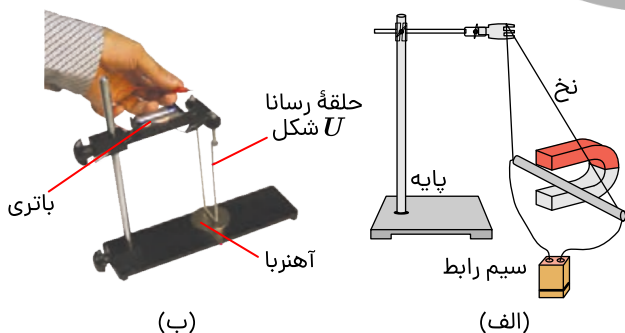
۲۰۷ سیم مستقیمی به طول 2.4 m حامل جریان 2.5 A از شرق به غرب $I = 2.5\text{ A}$ است. $\vec{B}$ (میدان مغناطیسی زمین به طرف شمال) $\otimes$

اندازهٔ میدان مغناطیسی زمین در محل این سیم 45 G و جهت آن از جنوب به شمال است. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم را تعیین کنید.

۲۰۸ اگر در شکل مقابل سیم حامل جریان در امتداد میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چقدر خواهد بود؟ در چه حالتی بزرگی این نیرو بیشینه می‌شود؟



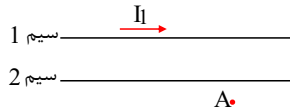
۲۰۹ الف) مداری مطابق شکل الف ببندید تا جریان از سیم مسی بگذرد. آنچه را که مشاهده می‌کنید، توضیح دهید.
ب) در صورتی که وسیله‌ای مشابه شکل ب را در آزمایشگاه مدرسه در اختیار دارید می‌توانید از آن استفاده کنید.
پ) مدار را قطع کنید و جهت جریان را تغییر داده و مراحل بالا را دوباره انجام دهید.



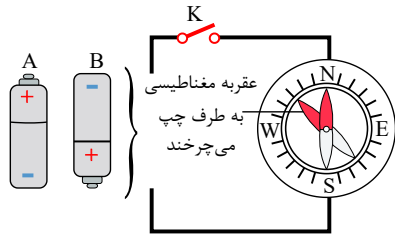


میدان مغناطیسی اطراف سیم راست حامل جریان

۲۱۰ شکل زیر، دو سیم موازی و بلند حامل جریان را نشان می‌دهد. اگر میدان مغناطیسی برآیند حاصل از این سیم‌ها در نقطه A صفر باشد، جهت جریان را در سیم ۲ پیدا کنید.



۲۱۱ کدام باتری را در مدار شکل زیر قرار دهیم تا پس از بستن کلید K ، عقربه قطب‌نما که روی سیم قرار دارد، در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت شروع به چرخش کند؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.

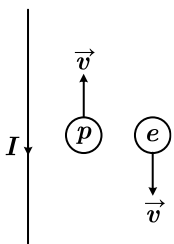


۲۱۲ از دو سیم بلند و موازی که به فاصله 8 cm از هم قرار دارند جریان‌های هم‌جهت می‌گذرد. جهت نیرویی که بر هریک از سیم‌ها وارد می‌شود چگونه است؟



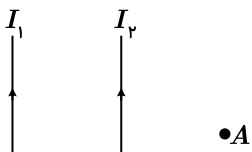
۲۱۳ در شکل مقابل جهت نیروی وارد بر سیم شماره (۲) را در هر دو حالت مشخص کنید: الف) جریان سیم (۲) رو به بالا (هم‌جهت با جریان (۱) باشد).
ب) جریان سیم (۲) رو به پایین (در خلاف جهت جریان (۱) باشد).

۲۱۴ آزمایشی طرح کنید که میدان مغناطیسی را در اطراف سیم حامل جریان نشان دهد.



۲۱۵ در شکل مقابل، یک پروتون و یک الکترون با تندی برابر در جهت‌های نشان داده‌شده در حرکت‌اند. الف) نیروی مغناطیسی واردشده بر آنها را با هم مقایسه کنید.
ب) با بیان استدلال، مسیر تقریبی حرکت هر کدام از آنها را رسم نمایید.

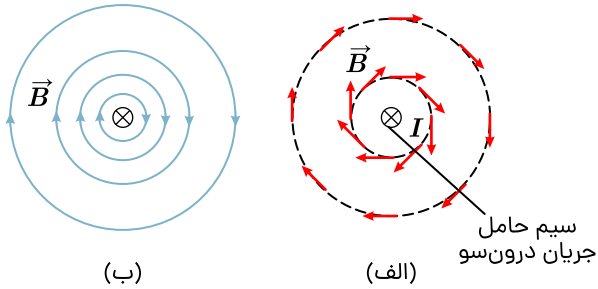
۲۱۶ در شکل روبه‌رو، از دو سیم نازک، بلند و موازی، جریان‌های همسو می‌گذرد. میدان مغناطیسی حاصل از جریان‌های I_1 و I_2 در نقطه A به ترتیب $4 \times 10^{-6} \text{ T}$ و $8 \times 10^{-6} \text{ T}$ است. بزرگی و جهت میدان مغناطیسی برآیند را در نقطه A حساب کنید.





۲۱۷ دریافت خود را از شکل های الف و ب بیان کنید.

در بیان خود، به چگونگی تغییر جهت و اندازه میدان $\vec{B}$ در اطراف سیم حامل جریان اشاره کنید.

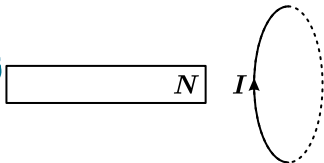


میدان ناشی از حلقه و سیملوله

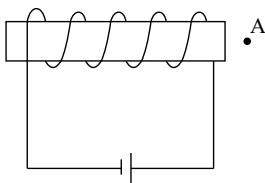
۲۱۸ با سیمی به طول $628m$ پیچه‌ای درست کرده‌ایم که شعاع هر حلقه آن $1cm$ باشد. اگر از این پیچه جریان $2A$ بگذرد، میدان مغناطیسی در مرکز این پیچه چقدر خواهد شد؟

۲۱۹ یک سیم نازک روکش‌دار به طول 314 متر را به صورت پیچه‌ای مسطح به شعاع $10cm$ درمی‌آوریم و از آن جریان $12A$ عبور می‌دهیم. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چقدر خواهد بود؟ ($\mu_0 = 12.5 \times 10^{-7} \frac{Tm}{A}$)

۲۲۰ با تعیین قطب‌های مغناطیسی حلقه حامل جریان در شکل زیر، نیرویی که حلقه به آهنربای میله‌ای وارد می‌کند به چه سمتی است؟



۲۲۱ از پیچه مسطحی به شعاع $5cm$ که از 100 دور سیم نازک درست شده است جریان $2A$ می‌گذرد. میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چند گاوس است؟ ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{Tm}{A}$)



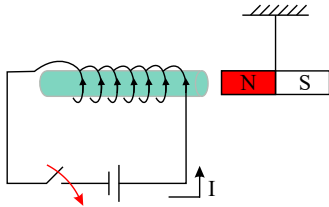
۲۲۲ در شکل مقابل: الف) قطب‌های N و S سیملوله را تعیین کنید.

ب) جهت قرارگیری عقربه مغناطیسی در A را با رسم شکل نشان دهید.

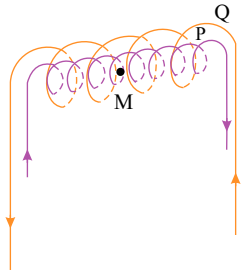
۲۲۳ فرض کنیم سیملوله‌ای به طول $30cm$ با سیم‌های بهم چسبیده با 1000 دور ایجاد کرده‌ایم و جریان $5A$ از آن می‌گذرد. بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله (دور از لبه‌ها) چقدر است؟ ($\pi \simeq 3$ فرض شود).



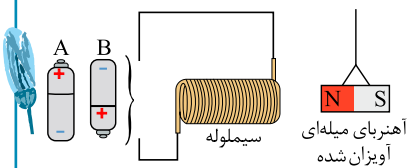
۲۲۴ در شکل مقابل با بستن کلید وضعیت آهنربا چه تغییری می‌کند. (فرض کنید مدار ثابت باشد.)



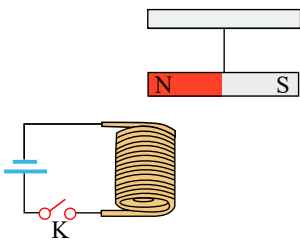
۲۲۵ در شکل زیر دو سیملوله P و Q هم‌محورند و طول برابر دارند. تعداد دور سیملوله P برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیملوله Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان $1A$ از سیملوله Q عبور کند، از سیملوله P چه جریانی باید عبور کند تا برابری میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطه M (روی محور دو سیملوله) صفر شود؟



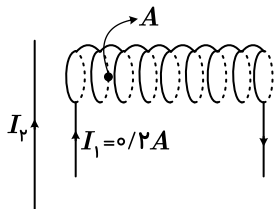
۲۲۶ کدام باتری را در مدار شکل زیر قرار دهیم تا آهنربای میله‌ای آویزان‌شده به‌طرف سیملوله جذب شود؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.



۲۲۷ یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل زیر، بالای سیملوله‌ای آویزان شده است. توضیح دهید با بستن کلید K چه تغییری در وضعیت آهنربا رخ می‌دهد.



۲۲۸ مطابق شکل، سیم راست و بلند حامل جریان، در نزدیکی یک سیملوله آرمانی دارای جریان قرار دارد.

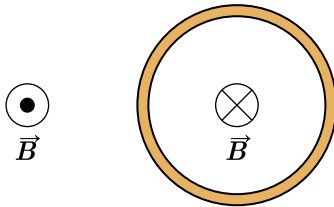


الف اگر سیملوله دارای ۱۰۰ حلقه و طول $8cm$ باشد، میدان مغناطیسی ناشی از آن را روی محور سیملوله به دست آورید.



ب) اگر میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست در نقطه A (روی محور سیملوله) برابر $4 \times 10^{-4} T$ باشد، میدان مغناطیسی برآیند در نقطه A چقدر است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$ ، $\pi \simeq 3$)

۲۲۹) شکل روبه‌رو، یک حلقه حامل جریان را نشان می‌دهد که جهت خط‌های میدان مغناطیسی درون و بیرون آن نشان داده شده است. جهت جریان را در این حلقه تعیین کنید.

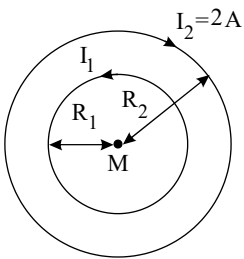


$\vec{B}$

$\vec{B}$

$\vec{B}$

۲۳۰) در شکل مقابل، اندازه و جهت میدان مغناطیسی برآیند را در نقطه M در مرکز دو حلقه تعیین کنید.



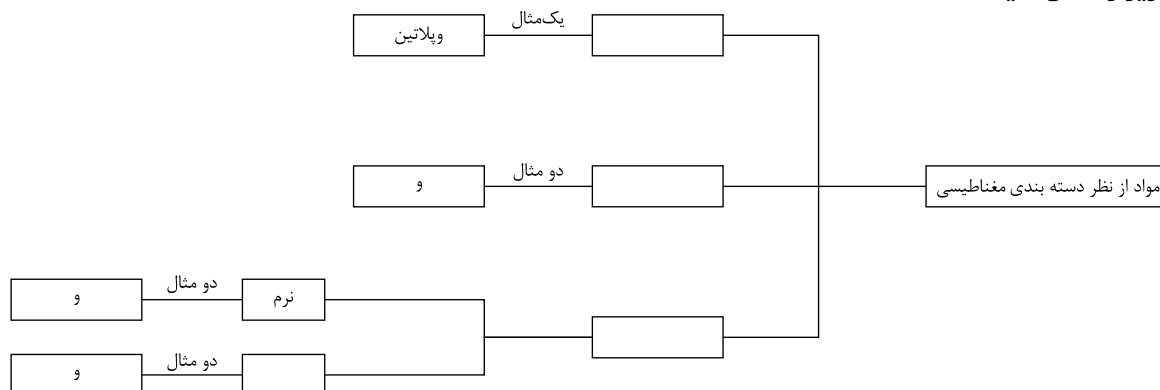
$$(R_2 = 1.5R_1, R_1 = 2cm, I_1 = 2I_2, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$$

ویژگی‌های مغناطیسی مواد

۲۳۱) یک لوله آزمایش را تا نزدیکی لبه آن از الکل طبی (اتانول ۹۶ درجه) پر کنید. در لوله را ببندید و آن را به‌طور افقی قرار دهید. مطابق شکل، یک آهنربای نئودیمیم را بالای حباب هوای درون لوله بگیرید و به آرامی آهنربا را حرکت دهید. دلیل آنچه را مشاهده می‌کنید توضیح دهید.



۲۳۲) نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.





۲۳۳ الف) مواد فرومغناطیسی چند دسته‌اند؟ از هر دو مورد ۲ مثال نام ببرید.

ب) حوزه‌های مغناطیسی را توضیح دهید.

۲۳۴ مواد دیامغناطیسی چه موادی هستند و سه مثال ذکر کنید.

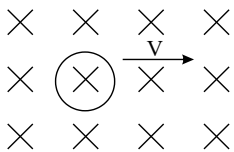
۲۳۵ مواد پارامغناطیسی دارای چه خاصیتی هستند و سه ماده پارامغناطیسی را نام ببرید.

فصل چهارم : القای الکترومغناطیسی و جریان متناوب

القای الکترومغناطیسی

۲۳۶ سیمی به طول 62.8 m را به صورت سیم‌پیچی که شعاع هر حلقه آن 10 cm است درمی‌آوریم. اگر میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت 5×10^{-2} تسلا بر سطح هر حلقه آن عمود باشد شار مغناطیسی عبوری از سیم‌پیچ چند وبر است؟

۲۳۷ هرگاه یک حلقه مطابق شکل با سرعت ثابت درون میدان مغناطیسی یکنواخت حرکت کند، آیا در حلقه جریان القایی به وجود می‌آید یا خیر؟ چرا؟



۲۳۸ در هریک از جملات زیر واژه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) اگر سطح جسمی به موازات میدان مغناطیسی قرار گیرد شار مغناطیسی عبوری از آن است. (صفر - بیشینه)

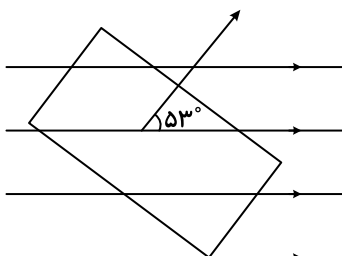
ب) با کاهش سطح جسم، شار مغناطیسی عبوری از آن می‌یابد. (کاهش - افزایش)

ج) با حرکت آهن‌ربا نسبت به سیم‌لوله، در مدار سیم‌لوله به وجود می‌آید (جریان الکتریکی القایی - میدان الکتریکی)

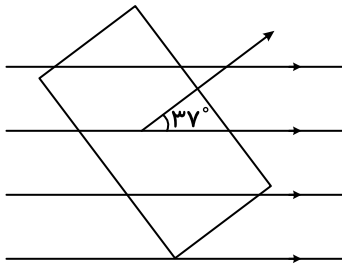
د) اگر جهت میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا تغییر کند، در سطح بسته جسم قرار گرفته در این ناحیه تغییر می‌کند (بار الکتریکی - شار مغناطیسی عبوری)

۲۳۹ شار مغناطیسی از سطح یک قاب مستطیل‌شکل به ابعاد 40 cm و 50 cm عبور می‌کند که خط

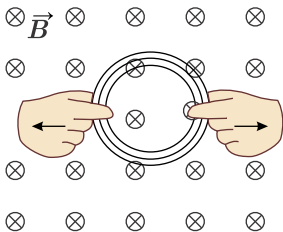
عمود بر سطح آن با میدان مغناطیسی یکنواخت 250 گاوس، زاویه 53° می‌سازد.



الف) شار مغناطیسی را به دست آورید.

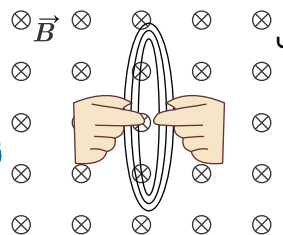


ب اگر این قاب را در مدت 18 برچرخانیم به طوری که زاویه خط عمود بر سطح آن با خطهای میدان مغناطیسی از 53° به 37° کاهش یابد، شار مغناطیسی چقدر تغییر میکند؟
 $(\cos 37^\circ \simeq 0.8, \cos 53^\circ \simeq 0.6)$



۲۴۰ حلقه‌ای به مساحت 4 cm^2 مطابق شکل (الف) درون میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه 15 G قرار دارد.

الف شار مغناطیسی عبوری از حلقه را به دست آورید.



ب اگر مطابق شکل (ب) و بدون تغییر $\vec{B}$ ، مساحت سطح حلقه را به 2 cm^2 برسانیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه را در این حالت به دست آورید.

۲۴۱ حلقه‌ای به مساحت 3 cm^2 در اختیار داریم. سطح حلقه موازی محور x و عمود بر محور y است. در مکان حلقه، بردار میدان مغناطیسی یکنواخت در SI به صورت $\vec{B} = (0.3T)\vec{i} + (0.4T)\vec{j}$ است.

الف بزرگی میدان مغناطیسی در آن محیط چند تسلا است؟

ب شار مغناطیسی عبوری از حلقه چند وبر است؟

۲۴۲ یک آهن‌ربا و یک پیچه را که در نزدیکی هم قرار دارند، با هم و بدون تغییر فاصله و وضعیت، به یک سمت حرکت می‌دهیم. راجع به ایجاد جریان القایی در پیچه چه می‌توان گفت؟



۲۴۳ هدف: بررسی پدیده القای الکترومغناطیسی

وسایلهای مورد نیاز: گالوانومتر، آهنربای میله‌ای، سیملوله یا پیچه و سیم رابط
شرح آزمایش:

الف) • دو سر سیملوله را به گالوانومتر ببندید.

• یکی از قطب‌های آهنربا را وارد سیملوله کنید (شکل روبه‌رو).

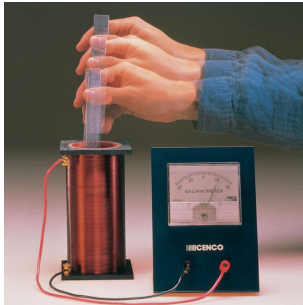
مشاهدات خود را هنگام انجام این کار، یادداشت کنید.

ب) • اکنون آهنربا را از سیملوله خارج کنید. مشاهدات خود را هنگام انجام این کار، دوباره یادداشت کنید.

ج) • مراحل بالا را برای قطب دیگر آهنربا تکرار کنید.

د) • آزمایش را در حالی انجام دهید که آهنربا ثابت باشد و سیملوله به آن نزدیک یا از آن دور شود. آیا

نتیجه آزمایش تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.



۲۴۴ یک پیچه مسطح به مساحت $0.04m^2$ و تعداد حلقه‌های 1000 دور از سیمی به مقاومت 3Ω ساخته شده است. این پیچه در یک

میدان مغناطیسی طوری قرار گرفته که سطح پیچه با خطوط میدان زاویه 30° می‌سازد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی با آهنک 6×10^{-6} تسلا بر
ثانیه تغییر کند، بزرگی جریان القایی در پیچه چقدر خواهد شد؟

۲۴۵ پیچه‌ای که سطح 6 حلقه آن $200cm^2$ است عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0.5T$ قرار دارد. اگر پیچه در

مدت $0.25s$ به اندازه 90° بچرخد (سطح آن موازی میدان شود) جریانی به شدت $3A$ در آن القا می‌شود. تعداد حلقه‌های پیچه را
حساب کنید. (مقاومت پیچه 4Ω است)

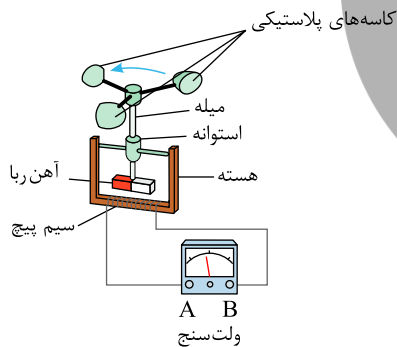
۲۴۶ شکل داده‌شده ساختمان یک بادسنج را نشان می‌دهد. اگر این بادسنج را روی بام خانه نصب کنیم، به هنگام وزیدن باد میله آن

می‌چرخد و ولت‌سنج عددی را نشان می‌دهد.

الف) چرا چرخش میله سبب انحراف عقربه ولت‌سنج می‌شود؟

ب) آیا با افزایش تندى باد، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد تغییر می‌کند؟ چرا؟

پ) برای بهبود و افزایش دقت کار دستگاه دو پیشنهاد ارائه دهید.





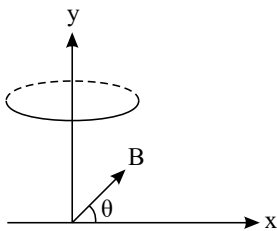
۲۴۷ با توجه به عبارتهای ستون اول، از ستون دوم یک عبارت مرتبط با هر کدام از آنها انتخاب کنید. (یک مورد در ستون چپ اضافه است.)

ستون اول	ستون دوم
الف) این دستگاه بر اساس قانون القای فاراده کار می‌کند.	۱) اسکویید
ب) به عنوان حسگر دما، در مدارهای حساس به دما استفاده می‌شود.	۲) میدان الکتریکی
پ) وسیله‌ای است که به کمک آن میدان مغناطیسی مغز انسان، اندازه‌گیری می‌شود.	۳) رسانای اهمی
ت) در گرده‌افشانی توسط زنبورهای عسل، گرده‌ها به واسطه این کمیت از یک گل به زنبور و از زنبور به گل دیگر منتقل می‌شود.	۴) تندی سنج دوچرخه
	۵) ترمیستور

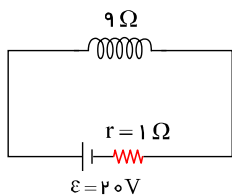
۲۴۸ سطح یک حلقه دایره‌ای شکل به شعاع 1 cm عمود بر محور y ها قرار دارد. اگر میدان مغناطیسی $\vec{B} = 2\vec{i} + 4\vec{j}$ در واحد SI از آن عبور کند، شار عبوری از آن چند و بر خواهد شد؟ ($\pi = 3$)

۲۴۹ سطح پیچیده مسطح دایره‌شکلی به مساحت 64π را عمود بر خطهای میدان قرار می‌دهیم و شار گذرنده از آن برابر Φ می‌شود. اگر همین پیچه را به صورت یک قاب مربعی در بیاوریم و به همان صورت داخل همان میدان قرار دهیم، شار گذرنده از آن چند برابر خواهد شد؟

۲۵۰ بردار میدان مغناطیسی یکنواخت در SI به صورت $\vec{B} = 2\vec{i} + 2\vec{j}$ (T) است. اگر حلقه‌ای را که عمود بر محور y است در این میدان قرار دهیم، شار مغناطیسی عبوری از حلقه چند و بر است؟ (شعاع حلقه 1 m است)

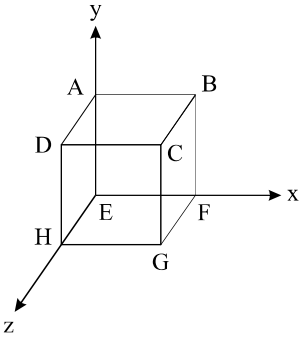


۲۵۱ در شکل مقابل، سیملوله‌ای با مقاومت 9Ω ، دارای 2000 دور در واحد طول است. اگر مساحت هر حلقه آن 10 cm^2 باشد شار عبوری از هر حلقه چند میکروو بر است؟ ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$, $\pi = 3$)





۲۵۲ مطابق شکل زیر، یک مکعب رسانا در میدان مغناطیسی $\vec{B} = 6\vec{i} + 4\vec{j} + 12\vec{k}$ قرار گرفته است. بزرگی شار مغناطیسی گذرنده از صفحه $ABCD$ چند برابر بزرگی شار مغناطیسی گذرنده از صفحه $CBFG$ است؟



۲۵۳ سیم‌پیچی شامل ۱۰۰ حلقه و مساحت هر حلقه آن ۵۰ سانتی‌متر مربع است. این سیم‌پیچ در میدان مغناطیسی متغیری و عمود بر آن قرار دارد. میدان مغناطیسی با چه آهنگی برحسب $(\frac{T}{s})$ تغییر کند تا اندازه نیرو محرکه القایی در سیم‌پیچ برابر ۱ ولت شود؟

۲۵۴ سیم‌لوله‌ای با ۴۰۰ دور و مقاومت الکتریکی $1\ \Omega$ و مساحت سطح مقطع 25 cm^2 عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. میدان مغناطیسی با چه آهنگی برحسب $(\frac{T}{s})$ باید تغییر کند تا جریانی به شدت 2 mA در سیم‌لوله القا کند؟

۲۵۵ با توجه به رابطه $\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ شیب خط نمودار شار - زمان با چه کمیتی برابر است؟

۲۵۶ سیمی به طول 80 cm را به شکل یک پیچه مربعی شامل ۲ حلقه درمی‌آوریم. پیچه را به‌طور عمود بر میدان مغناطیسی 0.5 T قرار می‌دهیم.

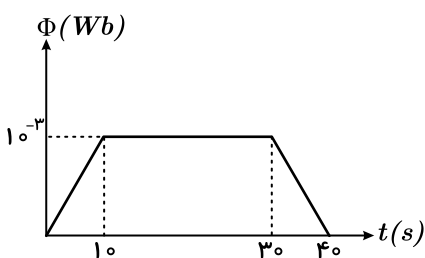
الف) شار مغناطیسی عبوری از هر حلقه چقدر است؟

ب) اگر در مدت 2 s شدت میدان مغناطیسی به صفر برسد بزرگی نیرو محرکه القایی متوسط چقدر می‌شود؟

۲۵۷ مساحت هر حلقه پیچه‌ای 30 cm^2 و پیچه متشکل از ۱۰۰۰ حلقه است. در ابتدا سطح پیچه‌ها بر میدان مغناطیسی زمین عمود است. اگر در مدت 0.2 s پیچه بچرخد و سطح حلقه‌ها موازی میدان مغناطیسی زمین شود، نیروی محرکه متوسط القایی در آن چقدر می‌شود؟ اندازه میدان زمین را 50 G در نظر بگیرید.

۲۵۸ سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد که اندازه آن 0.4 T و جهت آن از راست به چپ است. میدان مغناطیسی در مدت 0.1 s تغییر می‌کند و به 0.4 T در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر سطح هر حلقه پیچه 50 cm^2 باشد، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

۲۵۹ نمودار تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه برحسب زمان به شکل مقابل است:

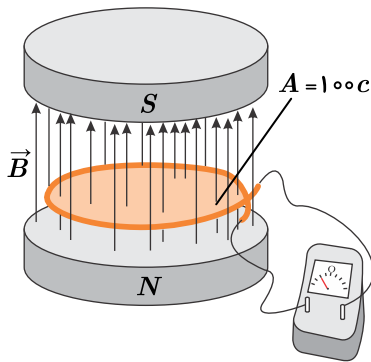




الف نمودار نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه را برحسب زمان رسم کنید.

ب اگر مقاومت حلقه $R = 2\Omega$ باشد، نمودار جریان القایی متوسط برحسب زمان را رسم کنید.

۲۶۰ پیچهای با ۱۰۰۰ دور، از یک سیم کشسان ساخته شده است. مساحت این پیچه را با آهنگ $\frac{m^2}{s} \times 10^{-2} \times 5,7$ افزایش میدهیم. میدان مغناطیسی یکنواخت $1T$ عمود بر سطح پیچه قرار دارد. اندازه نیروی محرکه القایی در پیچه چند ولت است؟



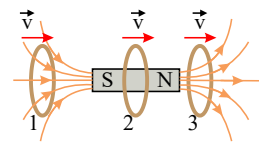
۲۶۱ میدان مغناطیسی بین قطبهای آهنربای الکتریکی شکل روبه‌رو که بر سطح حلقه عمود است با زمان تغییر میکند و در مدت $0,45s$ از $0,28T$ رو به بالا، به $0,17T$ رو به پایین $A = 100cm^2$ می‌رسد، در این مدت،
الف) نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه را به دست آورید.
ب) اگر مقاومت حلقه 1Ω باشد، جریان القایی متوسط در حلقه را پیدا کنید.

۲۶۲ کدام یک از یکاهای زیر معادل یکای وبر بر ثانیه $(\frac{Wb}{s})$ است؟
 $\frac{V}{A}$ ☐ V ☐ A ☐ Ω ☐

۲۶۳ میدان مغناطیسی B با بزرگی $10^{-5}T \times 5,0$ بر سطح پیچهای با مساحت مقطع $30cm^2$ و ۱۰۰۰ دور، عمود است. اگر در مدت $0,2s$ پیچه بچرخد و موازی با میدان مغناطیسی قرار بگیرد، نیروی محرکه متوسط القایی ایجادشده در آن چقدر است؟

۲۶۴ مطابق شکل، رسانای AB به طول $6m$ و مقاومت 2Ω با سرعت ثابت $\frac{m}{s} \times 5$ بر روی قاب U شکلی که عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت $1T$ است حرکت میکند (B عمود بر صفحه و درون‌سو است). اگر سیم‌های رابط بدون مقاومت باشند جریان القایی درون مدار چند آمپر و در چه جهتی است؟

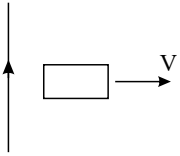
۲۶۵ حلقهٔ رسانایی به‌طرف یک آهنربای میله‌ای حرکت می‌کند. شکل زیر، حلقه را در سه وضعیت نسبت به آهنربا نشان می‌دهد. جهت جریان القایی را در حلقه برای هر وضعیت به‌طور جداگانه تعیین کنید.



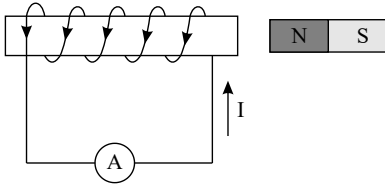
۲۶۶ جهت جریان القایی در حلقه شکل مقابل رسم شده است. آیا جریان در سیم راست در حال کاهش است یا افزایش؟



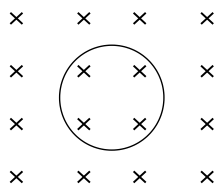
۲۶۷ در شکل زیر، جهت جریان القایی در پیچه رسانا را با ذکر دلیل مشخص کنید.



۲۶۸ در شکل مقابل با حرکت دادن آهن ربا به کدام جهت، جریان نشان داده شده در شکل به وجود می آید؟



۲۶۹ میدان مغناطیسی عمود بر یک حلقه به شعاع 1 cm در مدت $2/0$ ثانیه از 3 mT به 9 mT می رسد: الف)



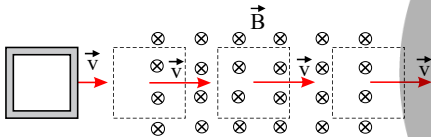
نیرو محرکه القایی چقدر است؟

ب) جهت جریان القایی را تعیین کنید.

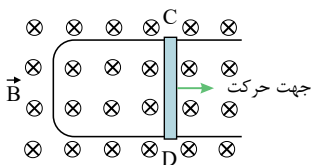
۲۷۰ حلقه رسانای مربعی شکل، به طول ضلع 1 cm وارد میدان مغناطیسی درون سویی به اندازه 2 mT و سپس از آن خارج می شود.

الف) در کدام مرحله شار عبوری از حلقه بیشینه است؟ مقدار شار گذرنده از حلقه در این حالت چقدر است؟

ب) در کدام وضعیت (ها) شار گذرنده از حلقه تغییر می کند؟ جهت جریان القایی را در حلقه تعیین کنید.

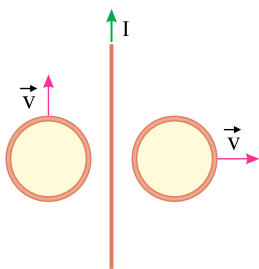


۲۷۱ شکل زیر، رسانای U شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ که عمود بر صفحه شکل و رو به داخل صفحه است نشان



می دهد. وقتی میله فلزی CD به طرف راست حرکت کند، جهت جریان القایی در مدار در چه جهتی است؟

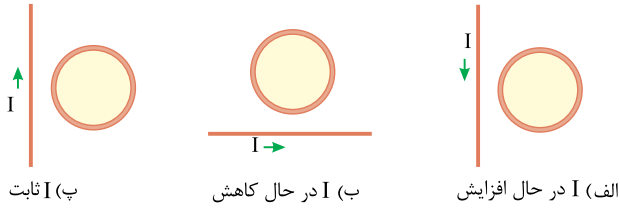
۲۷۲ دو حلقه رسانا در نزدیکی یک سیم دراز حامل جریان ثابت I قرار دارند؛ این دو حلقه با تندی یکسان، ولی در جهت های متفاوت



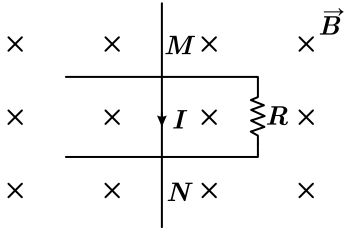
متطابق شکل زیر حرکت می کنند. جهت جریان القایی را در هر حلقه با ذکر دلیل تعیین کنید.



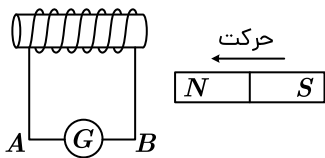
۲۷۳ جهت جریان القایی را در هریک از حلقه‌های رسانای نشان داده‌شده در شکل‌های زیر تعیین کنید.



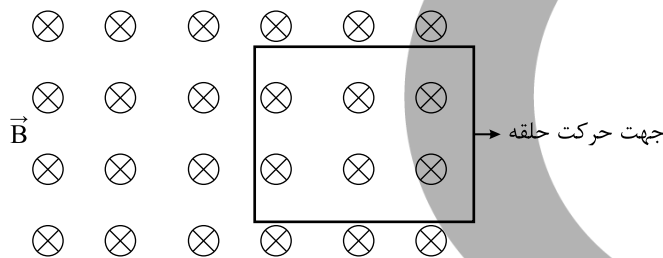
۲۷۴ با حرکت میله MN بر روی قاب فلزی بدون مقاومت، جریان القایی $I = ۰.۵A$ از مقاومت $R = ۳\Omega$ می‌گذرد. اگر طول میله MN برابر $۱۰cm$ و جهت جریان از M به N باشد، تندی و جهت حرکت میله MN را به دست آورید. ($B = ۰.۵T$)



۲۷۵ با ذکر دلیل تعیین کنید جهت جریان القایی در سیم AB به سمت راست است یا چپ؟



۲۷۶ حلقه رسانای مستطیل شکلی را مطابق شکل زیر به طرف راست می‌کشیم و از میدان مغناطیسی درون سویی خارج می‌کنیم. جهت جریان القایی در حلقه در چه جهتی است؟



🌿 القاگر ها - خود القاوری - ضریب القاوری - القای متقابل - انرژی ذخیره شده در القاگر

۲۷۷ ضریب القاوری سیم‌لوله بدون هسته‌ای با سطح مقطع ۵ سانتی‌متر مربع و طول ۱۰۰ سانتی‌متر را که شامل ۲۰۰۰ حلقه است، حساب کنید.

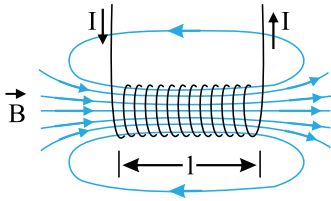
۲۷۸ سیم‌لوله‌ای با ضریب القاوری $H^{-۲} ۱۰$ دارای مقاومت ۱۰Ω است. اگر این سیم‌لوله به یک باتری با نیرو محرکه $۷.۲V$ و مقاومت درونی ۲Ω وصل شود پس از آن که جریان در سیم‌لوله از صفر به مقدار نهایی خود رسید چند ژول انرژی در سیم‌لوله ذخیره می‌شود؟



۲۷۹) مساحت هر حلقه و طول سیملوله شکل زیر به ترتیب 20 cm^2 و 80 cm است. اگر این سیملوله از ۱۰۰۰ حلقه نزدیک به هم تشکیل شده باشد،

الف) ضریب القاوری آن را پیدا کنید. $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}, \pi = 3)$

ب) چه جریانی از سیملوله بگذرد تا در میدان مغناطیسی آن 0.40 mJ انرژی ذخیره شود؟



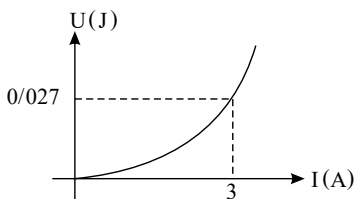
۲۸۰) معادله جریان گذرنده از یک سیملوله به صورت $I = 1.5t + 4$ است. اگر انرژی ذخیره شده در سیملوله در لحظه $t = 4\text{ s}$ برابر

25 J باشد، ضریب القاوری سیملوله چند میلی‌هائری است؟

۲۸۱) جریان عبوری از سیملوله‌ای به ضریب القاوری 2 mH در SI به صورت $I = 5t^2 - 10t + 20$ است. در لحظه $t = 2\text{ s}$ انرژی

سیملوله چند ژول است؟

۲۸۲) شکل مقابل نمودار انرژی ذخیره شده در یک سیملوله است. ضریب القاوری سیملوله چند میلی‌هائری است؟



۲۸۳) در جمله‌های زیر، جاهای خالی را با کلمه یا عبارت مناسب پر کنید.

الف) یکای شار مغناطیسی در SI ، است.

ب) یکای ضریب القاوری در SI ، نام دارد.

پ) در مولدهای صنعتی جریان متناوب، آهن‌ربا و پیچ است.

۲۸۴) ضریب القاوری سیملوله‌ای 2 mH هائری است و جریان الکتریکی عبوری از آن در SI به معادله $I = t^2 + 2 \sin \pi t$ است. انرژی

ذخیره شده در آن در لحظه $t = 2\text{ s}$ چند ژول است؟

۲۸۵) سیملوله آرمانی بدون هسته‌ای به طول 22 cm و با حلقه‌هایی به مساحت 44 cm^2 ، شامل $N = 2000$ حلقه نزدیک به هم است

و جریان 1.7 A از آن می‌گذرد. ضریب القاوری و انرژی ذخیره شده در سیملوله را حساب کنید.



۲۸۶ الف) تعداد حلقه‌های سیم‌لوله‌ای بدون هسته، به طول 2.8 cm و سطح 1 cm^2 چه تعداد باشد تا ضریب القاوری آن 1 H شود؟
 ب) دو سیم‌لوله بدون هسته با سطح مقطع و تعداد دور یکسان را در نظر بگیرید. اگر طول یکی از سیم‌لوله‌ها دو برابر دیگری باشد، ضریب القاوری‌اش چند برابر دیگری است؟

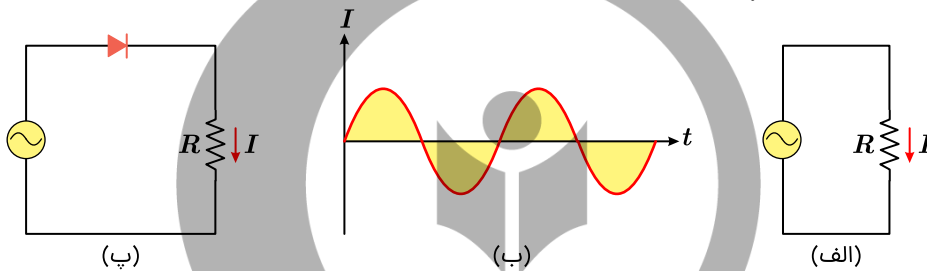
۲۸۷ سیم‌لوله‌ای به ضریب القاوری 10 mH و مقاومت $2\text{ }\Omega$ اهم در اختیار داریم. دو سر سیم‌لوله را به یک باتری 12 V ولتی وصل می‌کنیم. انرژی ذخیره‌شده در میدان مغناطیسی سیم‌لوله را حساب کنید.

۲۸۸ سیم‌لوله‌ای بدون هسته، با سطح مقطع 2 cm^2 و طول 40 cm سانتی‌متر دارای ضریب القاوری 6 mH میلی‌هانی است. تعداد حلقه‌های سیم‌لوله را محاسبه کنید. $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$

جریان متناوب - مبدل‌ها

۲۸۹ آیا برای تغییر در اندازه ولتاژ درمورد توان الکتریکی dc می‌توان از مبدل‌ها (ترانسفورماتورها) استفاده کرد؟ چرا؟

۲۹۰ در فصل ۲ دیدیم که دیود جریان را در یک جهت از خود عبور می‌دهد و در جهت دیگر مانع عبور جریان می‌شود. به همین دلیل آن را یک‌سوکننده جریان می‌نامند. نمودار شکل ب، تغییرات جریان برحسب زمان را برای مدار شکل الف نشان می‌دهد. نمودار تغییرات جریان برحسب زمان را برای مدار شکل پ رسم کنید.



۲۹۱ الف) برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور چه تغییری باید در مشخصات برق تولیدشده ایجاد شود؟
 ب) چگونه می‌توان تغییرات موردنیاز برای انتقال برق به فواصل دور را ایجاد کرد؟

۲۹۲ جریان متناوبی با بیشینه 5 A و دوره تناوب 10 ms از مداری می‌گذرد. اگر مقاومت الکتریکی مدار $15\text{ }\Omega$ اهم باشد در لحظه $t = \frac{1}{1200}\text{ s}$ نیرو محرکه متناوب چقدر است؟

۲۹۳ یک مولد جریان متناوب به دو سر یک مقاومت متصل است. در لحظه‌ای که شار مغناطیسی گذرنده از سیم‌پیچ نصف مقدار حداکثر شار است جریان گذرنده از مقاومت چه کسری از مقدار حداکثر خود را دارد؟



جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید. (۲۹۴)

- الف) اگر جریان عبوری از سیم‌لوله افزایش یابد، انرژی ذخیره‌شده آن می‌یابد.
 ب) انرژی ذخیره‌شده در القاگر به طول آن بستگی
 ج) در مولدهای جریان متناوب معمولی با تغییر جریان الکتریکی تولید می‌شود.
 د) در مولد جریان برق متناوب، زمان یک دور چرخش پیچه در میدان مغناطیسی را گویند.

(۲۹۵) در یک جریان متناوب، حداکثر جریان 2 A و دوره تناوب تغییرات جریان $\frac{1}{50}\text{ s}$ است. اگر مقاومت الکتریکی مدار $10\ \Omega$ باشد.

- الف) معادله جریان متناوب و معادله نیرو محرکه یا ولتاژ متناوب را بنویسید.
 ب) نمودار جریان متناوب را در یک دوره متناوب رسم کنید.

(۲۹۶) جریان متناوبی که بیشینه آن 2 A و دوره آن 20 ms است، از یک رسانای اهمی می‌گذرد.
 الف) اولین لحظه‌ای که در آن جریان بیشینه است چه لحظه‌ای است؟ در این لحظه نیروی محرکه القایی چقدر است؟

ب) در لحظه $t = \frac{1}{400}\text{ s}$ ، جریان چقدر است؟

(۲۹۷) پیچه اولیه یک مبدل با N_1 دور سیم به یک مولد جریان متناوب و پیچه ثانویه آن با N_2 دور سیم به یک مصرف‌کننده وصل شده است. اگر $N_1 > N_2$ باشد، این مبدل ولتاژ را افزایش می‌دهد یا کاهش؟ چرا؟

(۲۹۸) جریان متناوبی که بیشینه آن 5 A و دوره آن 40 ms است، از یک رسانای اهمی می‌گذرد:

- الف) در چه لحظه‌ای شدت جریان بیشینه خواهد بود؟
 ب) در این لحظه نیروی محرکه القایی چقدر است؟

(۲۹۹) معادله جریان زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SI به صورت $I = (40 \times 10^{-3}) \sin 250\pi t$ است.

- الف) جریان در دو لحظه $t_1 = 2\text{ ms}$ و $t_2 = 8\text{ ms}$ چقدر است؟
 ب) دوره تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان - زمان را در یک دوره کامل رسم کنید.

(۳۰۰) پیچه اولیه مبدلی با N_1 دور به ولتاژ V_1 وصل شده است. تعداد دورهای پیچه ثانویه N_2 برحسب N_1 چقدر باشد تا ولتاژ $\frac{1}{2}V_1$

را تأمین کند؟



پاسخ نامه تشریحی

۱ الف) بار خالصی که یک اتم خنثی دارد، برابر صفر است؛ زیرا تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های آن برابرند و چون تعداد پروتون‌های هسته ۶ عدد است، بار هسته برابر است با:

$$q = \pm ne \Rightarrow q_{\text{هسته}} = 6 \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow q = 9,6 \times 10^{-19} C$$

ب) اتم کربن یک بار یونیده، یک الکترون از دست داده است؛ بنابراین بار این یون برابر است با:

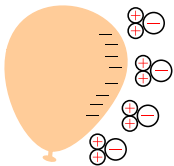
$$q = \pm ne \Rightarrow q = +1 \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow q = 1,6 \times 10^{-19} C$$

۲ با نزدیک کردن یک میلهٔ باردار به خرده‌های کاغذ، مولکول‌های کاغذ قطبیده می‌شوند؛ یعنی مرکز مؤثر بارهای مثبت و منفی آنها از هم جدا شده و به این ترتیب به دلیل کمتر بودن فاصلهٔ بارهای میلهٔ شیشه‌ای (یعنی بارهای مثبت) با قطب منفی دو قطبی‌های تولیدشده، نیروی جاذبه قوی‌تر از نیروی دافعه خواهد شد و خرده‌های کاغذ جذب میلهٔ باردار می‌شوند.

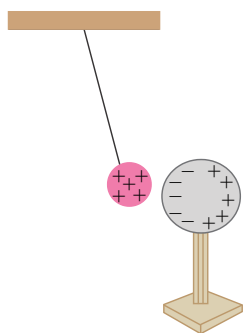
۳ الف) بار الکتریکی میلهٔ پلاستیکی در مالش با پارچهٔ پشمی منفی خواهد بود یعنی میلهٔ پلاستیکی از پارچهٔ پشمی الکترون جدا می‌کند و به این ترتیب پارچهٔ پشمی دارای بار مثبتی به همان اندازهٔ بار میلهٔ پلاستیکی می‌شود. (با توجه به جدول تریبوالکتریک کتاب درسی)
ب) چون بار الکتریکی میلهٔ پلاستیکی منفی و پارچهٔ پشمی مالش داده شده به آن مثبت است این دو یکدیگر را جذب می‌کنند.

۴ الف) در چنین حالتی دو میلهٔ شیشه‌ای هر دو دارای بار مثبت می‌شوند بنابراین میله‌ها یکدیگر را دفع می‌کنند.
ب) هنگام مالش پارچهٔ ابریشمی به میلهٔ شیشه‌ای، چون شیشه به سر مثبت سری تریبوالکتریک نزدیک‌تر است، الکترون‌های سطح میلهٔ شیشه‌ای به پارچهٔ ابریشمی منتقل می‌شوند؛ پس پارچه دارای بار منفی می‌شود.

پ) مجموع بار هر دو میلهٔ شیشه‌ای از نظر اندازه با بار پارچه‌ای که به آن مالش داده شده‌اند، برابر است، ولی دارای علامت مخالف با آن هستند.
۵ هنگامی که باریکهٔ آب از کنار بادکنک باردار عبور می‌کند، مولکول‌های قطبی آب چرخیده و سمت مثبت مولکول‌ها به طرف بادکنک باردار (که چون از جنس لاستیک است، بار آن منفی خواهد بود) قرار می‌گیرد و به این ترتیب باریکهٔ آب جذب بادکنک می‌شود و به‌طور منحنی پایین می‌ریزد.
نمایی از این موضوع در شکل نشان داده شده است.



۶ وقتی صفحهٔ باردار را نزدیک به براده‌های فلز می‌کنیم، به الکترون‌های آزاد براده‌ها در خلاف جهت میدان الکتریکی نیرو وارد شده و سمتی از براده‌ها که نزدیک صفحهٔ پلاستیکی است، دارای بار مثبت می‌شوند. به این ترتیب نیروی جاذبهٔ الکتریکی بین براده‌ها و صفحهٔ پلاستیکی ایجاد می‌شود که چون براده‌ها سبک هستند، به راحتی جذب صفحهٔ پلاستیکی می‌شوند.



۷ با نزدیک کردن کرهٔ فلزی به بار مثبت، به الکترون‌های آزاد روی سطح کرهٔ فلزی، تحت تأثیر میدان الکتریکی بار مثبت، نیرویی به سمت چپ وارد شده و به این ترتیب سمت چپ کره دارای بار منفی و سمت راست آن دارای بار مثبت می‌شود. به این ترتیب آونگ الکتریکی جذب کرهٔ رسانا شده و به سمت آن متمایل می‌شود. اگر بار آونگ زیاد باشد، نیروی بین آونگ و کره هم بزرگ‌تر می‌شود و آونگ به کره برخورد می‌کند. پس از تماس آونگ و کره، بار آنها با هم همنام می‌شود و به دلیل دافعهٔ الکتریکی، آونگ از کره دور می‌شود.

۸ جذب - دفع

۹

الف پایستگی بار

ب مضرب صحیحی

پ الکتروسکوپ

ت مستقیم

۱۰

الف نادرست - گفتیم در اثر مالش دو جسم خنثی با هم، حتماً دو جسم بار مخالف با هم پیدا می‌کنند و فرقی ندارد کجای سری قرار دارند.

ب درست



پ نادرست - با مجذور فاصله از بار رابطه عکس دارد.

ت درست

ث نادرست - بار اضافه داده شده به یک رسانا روی سطح خارجی آن قرار می‌گیرد و در نتیجه گوی رسانا بدون بار می‌شود.

ج درست

۱۱

الف درست

ب درست

پ نادرست

ت نادرست

۱۲ می‌دانیم که عدد اتمی O برابر ۸ است بنابراین مولکول اکسیژن که O_2 می‌باشد دارای ۱۶ عدد پروتون و ۱۶ عدد الکترون است پس:

$$q = -ne$$

$$q = -16 \times 1.6 \times 10^{-19} = -2.56 \times 10^{-18} C$$

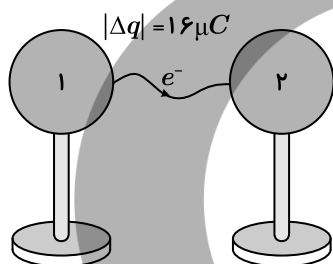
۱۳

الف

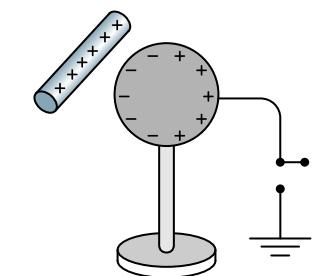
کره‌ها مشابه‌اند؛ پس، بار الکتریکی آنها پس از اتصال، با هم برابر می‌شود.
به کمک قانون پایستگی بار داریم:

$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2 \Rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{-8 \mu C + 24 \mu C}{2} = 8 \mu C$$

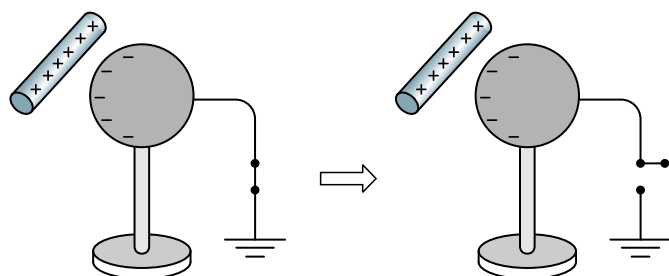
ب بار کره (۱) منفی و بار کره (۲) مثبت است؛ بنابراین با تماس دو کره، الکترون‌ها از کره (۱) به کره (۲) می‌روند. از طرفی تعداد الکترون‌هایی که کره (۲) می‌گیرد، به مقدار بار جابه‌جاشده بستگی دارد که برابر با $q'_2 - q_2$ است؛
پس، اول بار جابه‌جاشده را به دست می‌آوریم:



$$\Delta q_2 = q'_2 - q_2 = 8 \mu C - (24 \mu C) = -16 \mu C$$



۱۴ گام اول: با توجه به سری الکتریسیته مالشی، با مالش میله شیشه‌ای به پارچه ابریشمی، میله بار مثبت و پارچه بار منفی می‌گیرد.
گام دوم: با نزدیک کردن میله به بار مثبت به کره مطابق شکل روبه‌رو، الکترون‌های آزاد سطح کره به سمت میله کشیده می‌شوند.



گام سوم: با بستن کلید، الکترون‌های آزاد از زمین وارد کره می‌شوند و بارهای مثبت تجمع‌یافته در طرف راست کره را خنثی می‌کنند. با این اتفاق بار خالص کره منفی می‌شود و با باز کردن کلید، بار کره منفی می‌ماند.



چون قطره روغن در میدان الکتریکی معلق است و نیروی وزن همواره رو به پایین اثر می‌کند؛ بنابراین، نیروی الکتریکی باید مطابق شکل روبه‌رو، رو به بالا بر قطره روغن $\vec{F}_E$ اثر کند. چون سوی نیروی الکتریکی رو به بالا و سوی میدان الکتریکی رو به پایین است، نتیجه می‌گیریم که بار قطره روغن باید منفی باشد؛ یعنی، قطره روغن الکترون به دست آورده باشد. حالا به دنبال تعداد الکترونی هستیم که این قطره به دست آورده است. از شرط تعادل نیروها داریم:

$$F_E = W \Rightarrow |q|E = mg$$

$$|q| = \frac{mg}{E} = \frac{(1.6 \times 10^{-14} \text{ kg})(9.81 \text{ N/kg})}{2 \times 10^5 \text{ N/C}} = 8 \times 10^{-19} \text{ C} \Rightarrow q = -8 \times 10^{-19}$$

و در نتیجه:

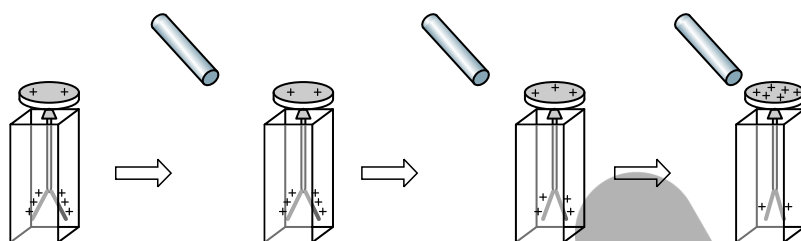
$$n = \frac{-8 \times 10^{-19} \text{ C}}{-1.6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 5$$

از طرفی می‌دانیم $q = -ne$ است:

بنابراین قطره روغن ۵ الکترون به دست آورده است.

۱۶

چون الکتروسکوپ باردار است، وقتی یک میله خنثی را به آرامی به کلاهک نزدیک می‌کنیم، در میله بار مخالف القا می‌شود؛ از این رو بارهای الکتروسکوپ توسط میله جذب می‌شود. با جذب بار توسط میله، بارهای روی ورقه‌ها به روی کلاهک می‌آیند و ورقه‌ها به تدریج بسته می‌شوند.



۱۷ با تماس دادن گلوله به یکی از صفحه‌ها، بار هم‌نام آن صفحه را گرفته و از آن دفع شده و به طرف صفحه مقابل با بار مخالف می‌رود و با آن برخورد می‌کند. بعد از تماس به علت هم‌نام شدن بار گلوله با آن صفحه، دوباره به طرف مقابل می‌رود و به صفحه مقابل برخورد می‌کند. این عمل تا زمانی که بار روی صفحه‌ها خنثی شود، ادامه دارد.

۱۸ وقتی یک جسم شیشه‌ای را به یک جسم برنجی مالش می‌دهیم، بار شیشه مثبت و بار برنج منفی می‌شود، چون الکترون‌خواهی برنج بیشتر است. همان‌طور که می‌دانیم، اگر یک جسم باردار را به الکتروسکوپ با بار مخالف نزدیک کنیم، صفحات الکتروسکوپ به تدریج بسته می‌شود.

۱۹ گام اول: ابتدا تعداد الکترون‌های کل میله را به دست می‌آوریم:

$$n = 8 \times 10^{10}$$

گام دوم: حالا مقدار بار را به دست می‌آوریم:

$$q = -ne = -8 \times 10^{10} \times (1.6 \times 10^{-19}) = 1.28 \times 10^{-8} \text{ C}$$

۲۰ در اثر مالش روکش پلاستیکی با بدنه ظرف در لبه‌ها، الکترون بین آنها مبادله می‌شود. پس جاذبه بین بارهای ناهم‌نام سبب چسبیدن روکش به لبه‌های ظرف می‌شود.

۲۱ الف) اگر گوی بالایی به صورت معلق مانده باشد، پس حتماً نیروی وزن آن با نیروی الکتریکی روبه‌بالا برابر بوده و خنثی شده است:

$$\begin{aligned} W = F \Rightarrow mg &= k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow (3.6 \times 10^{-3})(10) = 9 \times 10^9 \frac{q^2}{(0.01)^2} \\ \Rightarrow q^2 &= \frac{(3.6 \times 10^{-3})(0.01)^2}{9 \times 10^9} = \frac{36}{9} \times 10^{-16} \Rightarrow q = 2 \times 10^{-8} \text{ C} \end{aligned}$$

ب) تعداد الکترون‌های کنده شده از هریک از گوی‌ها:

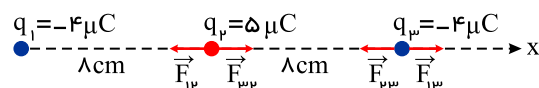
$$q = ne \Rightarrow 2 \times 10^{-8} = n \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = 1.25 \times 10^{11}$$

در کتاب درسی، جرم گلوله‌ها $2.5 \times 10^{-11} \text{ g}$ در نظر گرفته شده است؛ درحالی‌که در حل سؤال با این عدد، $n = \frac{25}{24} \times 10^{11}$ به دست می‌آید که با اصل کوانتیده بودن بار الکتریکی در تضاد است. به همین دلیل، این مسأله را با تغییر جرم گلوله‌ها حل کردیم.

۲۲ باید توجه کرد که طبق قانون کولن، نیروی بین دو بار الکتریکی با مجذور فاصله دو بار نسبت عکس دارد یعنی $F \propto \frac{1}{r^2}$

بنابراین اگر فاصله دو بار را ۴ برابر کنیم نیروی بین آنها $\frac{1}{4}$ یعنی $\frac{1}{16}$ حالت قبل می‌شود.

۲۳



نیروهای F_{12} و F_{13} با هم برابر و در خلاف جهت هستند (بارهای q_1 و q_3 هم‌اندازه و فاصله آنها نیز از بار q_2 یکسان است بنابراین $F_{12} = F_{13}$ می‌باشد). بنابراین نیروی خالص وارد شده بر q_2 صفر است. برای بار q_3 داریم:



$$F_{1r} = k \frac{q_1 q_r}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{(4 \times 10^{-9})(4 \times 10^{-9})}{(0.16)^2} = \frac{9}{16} \times 10^{-5} N$$

$$\Rightarrow \vec{F}_{1r} = \left(\frac{9}{16} \times 10^{-5} N \right) \vec{i}$$

$$F_{rr} = k \frac{q_r q_r}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{(5 \times 10^{-9})(4 \times 10^{-9})}{(1 \times 10^{-2})^2} = \frac{45}{16} \times 10^{-5} N$$

$$\vec{F}_{rr} = \left(-\frac{45}{16} \times 10^{-5} N \right) \vec{i}$$

$$\vec{F}_r = \frac{9}{16} \times 10^{-5} \vec{i} - \frac{45}{16} \times 10^{-5} \vec{i} \Rightarrow \vec{F}_r = \left(-\frac{9}{4} \times 10^{-5} N \right) \vec{i}$$

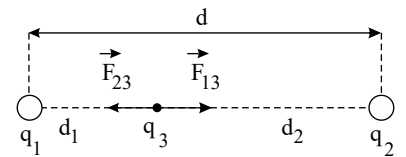
۲۴ بدیهی است که بار q_r ، بین دو بار q_1 و q_2 قرار می‌گیرد. (بارهای q_1 و q_r هم‌نامند)

$$\vec{F}_{1r} = -\vec{F}_{rr} \Rightarrow F_{1r} = F_{rr}$$

$$\frac{k|q_1||q_r|}{d_1^2} = \frac{k|q_r||q_r|}{d_r^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_r|} = \left(\frac{d_1}{d_r} \right)^2$$

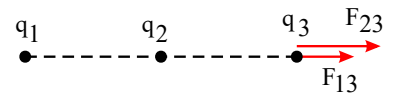
$$\Rightarrow \frac{d_1}{d_r} = \sqrt{\frac{|q_1|}{|q_r|}} \Rightarrow \frac{d_1}{d_r} = \sqrt{\frac{3 \times 10^{-6} C}{2 \times 10^{-6} C}} \Rightarrow \frac{d_1}{d_r} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow d_r = \sqrt{2} d_1$$

$$d = d_1 + d_r \Rightarrow 40 \text{ cm} = d_1 + \sqrt{2} d_1 \Rightarrow d_1 = 10 \text{ cm}$$



۲۵ هر دو بار q_1 و q_r بار q_r را دفع می‌کنند بنابراین نیروی خالص به سمت راست خواهد بود:

$$F_{1r} = k \frac{q_1 q_r}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(0.2)^2} \Rightarrow F_{1r} = 2.25 N$$



$$F_{rr} = k \frac{q_r q_r}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{10 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 18 N$$

$$F_t = F_{1r} + F_{rr} = 2.25 N$$

$$\vec{F}_t = 2.25 \vec{i}$$

۲۶ قبل از تغییرات، نیرویی که دو بار الکتریکی هم‌اندازه q در فاصله r از هم، به یکدیگر وارد می‌کنند به صورت زیر است:

$$F = k \frac{|q_1||q_r|}{r^2} = k \frac{q \cdot q}{r^2} = k \frac{q^2}{r^2}$$

باید توجه داشت که بارها غیرهم‌نام هستند و اگر $\frac{1}{3}$ از یکی برداریم بار آن تبدیل به $\frac{2}{3}q$ می‌شود و اگر این $\frac{1}{3}$ را به دیگری اضافه کنیم چون علامت آن مخالف بار اول است

اندازه آن هم $\frac{2}{3}q$ خواهد شد. به این ترتیب داریم:

$$F' = k \frac{\left| \frac{2}{3}q \right| \times \left| -\frac{1}{3}q \right|}{r^2} = k \times \frac{\frac{2}{9}q^2}{r^2} = \frac{2}{9} k \frac{q^2}{r^2}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{\frac{2}{9} k \frac{q^2}{r^2}}{k \frac{q^2}{r^2}} = \frac{2}{9}$$

$$F_1 = k \frac{q \cdot q}{r^2} = k \frac{q^2}{r^2}$$

$$\text{در حالت دوم: } q_1 = \frac{q}{3}, \quad q_1 = q + \frac{q}{3} = \frac{4}{3}q$$

$$r_r = \frac{1}{3}r \Rightarrow F_r = k \frac{q_1 q_r}{r_r^2} = k \frac{\frac{4}{3}q \times \frac{q}{3}}{\left(\frac{r}{3} \right)^2} = \frac{4}{3} k \frac{q^2}{r^2}$$

۲۷ می‌توانیم در دو حالت نیرو را محاسبه و سپس بر هم تقسیم کنیم:

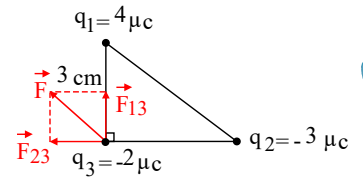


$$\frac{F_r}{F_1} = \frac{\frac{r^2}{4} k \frac{q^2}{r^2}}{k \frac{q^2}{r^2}} = \frac{r^2}{4}$$

۲۸) بر بار q_3 دو نیروی الکتریکی عمود برهم وارد می‌شود. یعنی:

$$F_{13} = k \frac{|q_1| \cdot |q_3|}{r^2} \Rightarrow F_{13} = 9 \times 10^9 \frac{4 \times 10^{-6} \times (2 \times 10^{-6})}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

$$\Rightarrow F_{13} = 80 N \Rightarrow \vec{F}_{13} = 80 \vec{j}$$

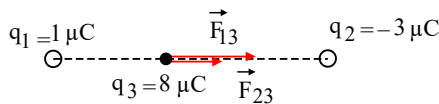


$$F_{23} = k \frac{|q_2| \cdot |q_3|}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{(3 \times 10^{-6})(2 \times 10^{-6})}{(3 \times 10^{-2})^2} = 60 N \Rightarrow \vec{F}_{23} = -60 \vec{i}$$

$$\vec{F}_{\text{خالص}} = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = -60 \vec{i} + 80 \vec{j}$$

$$F_{\text{خالص}} = \sqrt{F_{13}^2 + F_{23}^2} = \sqrt{(60)^2 + (80)^2} = 100 N$$

۲۹



بار q_1 ، بار q_3 را دفع می‌کند ($\vec{F}_{13}$) و بار q_2 بار q_3 را جذب می‌کند ($\vec{F}_{23}$) پس برآیند نیروها (نیروی خالص وارد شده بر بار q_3) به سمت راست خواهد بود:

$$F_{13} = k \frac{q_1 q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 10^{-6} \times (8 \times 10^{-6})}{(2 \times 10^{-2})^2} = 180 N$$

$$F_{23} = k \frac{q_2 q_3}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-6} \times (8 \times 10^{-6})}{(2 \times 10^{-2})^2} = 540 N$$

$$\vec{F}_{\text{خالص}} = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = 180 \vec{i} + 540 \vec{i} = 720 \vec{i}$$

$$F_{q_3} = 720 N$$

۳۰) الف) در ابتدا: $F = k \frac{q \cdot q}{r^2} = k \frac{q^2}{r^2}$

اکنون یکی از بارها $\frac{3}{4}q$ و دیگری $\frac{5}{4}q$ خواهد شد:

$$F' = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = k \frac{\frac{3}{4}q \times (\frac{5}{4}q)}{r^2} = \frac{15}{16} k \frac{q^2}{r^2}$$

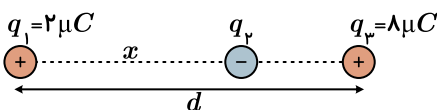
$$\frac{F'}{F} = \frac{15}{16}$$

ب) با نصف شدن فاصله داریم:

$$F'' = k \frac{(\frac{3}{4}q) \times (\frac{5}{4}q)}{(\frac{r}{2})^2} = k \frac{\frac{15}{16}q^2}{\frac{r^2}{4}} = \frac{15}{4} k \frac{q^2}{r^2} \Rightarrow \frac{F''}{F} = \frac{\frac{15}{4} k \frac{q^2}{r^2}}{k \frac{q^2}{r^2}} = \frac{15}{4}$$

۳۱) ربایشی است. زیرا کاغذ در مالش با ابریشم دارای بار منفی و در مالش با کتان دارای بار مثبت می‌گردد و بارهای ناهمنام یکدیگر را می‌ربایند.

۳۲



در ابتدا به این نکته توجه کنید که چون برآیند نیروهایی که به هر سه بار وارد می‌شود صفر است؛ پس، بار q_2 باید منفی باشد:

چون برآیند نیروهای وارد بر q_2 صفر است، داریم:

$$\frac{k|q_1||q_2|}{x^2} = \frac{k|q_2||q_3|}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_3|} = \frac{x^2}{(d-x)^2} \Rightarrow \frac{2}{8} = \frac{x^2}{(d-x)^2} \Rightarrow \left(\frac{x}{d-x}\right)^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{x}{d-x} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2x = d-x \Rightarrow d = 3x$$

از طرفی برآیند نیروهای وارد بر q_1 نیز صفر است:

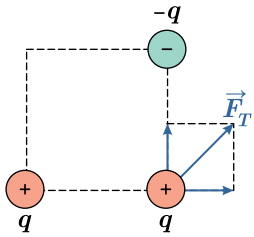


$$\frac{k|q_1||q_r|}{x^2} = \frac{k|q_1||q_r|}{d^2} \Rightarrow \frac{|q_r|}{|q_1|} = \frac{x^2}{d^2} = \frac{1}{9} \Rightarrow |q_r| = 1 \times \frac{1}{9} = \frac{1}{9} \mu C \Rightarrow q_r = -\frac{1}{9} \mu C$$

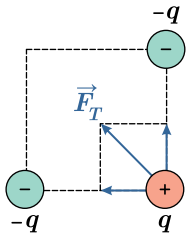
۳۳ با توجه به نکته بالا داریم:

$$\frac{F'}{F} = \frac{|q'_1| \times |q'_r|}{|q_1| \times |q_r|} \times \left(\frac{r}{r'}\right)^2 \stackrel{q'_1=q_1, q'_r=q_r, r'=r}{=} \frac{|q_1| \times |q_r|}{|q_1| \times |q_r|} \times \left(\frac{r}{r}\right)^2 = 1 \times \left(\frac{1}{1}\right)^2 = 1 \times 1 = 1 \times 1 = 1$$

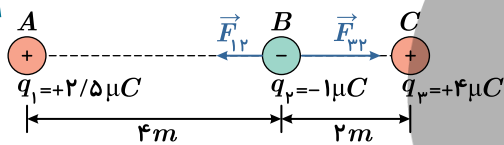
۳۴ الف) اگر بارها همنام باشند یکدیگر را دفع و اگر ناهمنام باشند یکدیگر را جذب می‌کنند. لذا به بار سمت راست پایینی دو نیرو اثر می‌کند که چون این دو نیرو برهم عمودند برآیند آنها مطابق شکل می‌شود.



ب) چون بار سمت راست پایینی با دو بار دیگر ناهمنام است در نتیجه این بار توسط دو بار دیگر جذب می‌شود. چون این نیروها برهم عمودند، برآیند آنها مطابق شکل می‌شود.



۳۵



گام اول: دو بار q_1 و q_2 ناهمنام‌اند، پس یکدیگر را جذب می‌کنند؛ بنابراین بردار $\vec{F}_{12}$ در خلاف جهت محور x است و طبق قانون کولن اندازه این نیرو به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2/5 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{16} \approx 1/4 \times 10^{-3} N \Rightarrow \vec{F}_{12} = -1/4 \times 10^{-3} \vec{i}$$

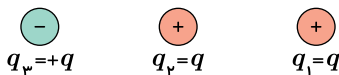
گام دوم: دو بار q_2 و q_3 ناهمنام‌اند، در نتیجه یکدیگر را جذب می‌کنند و جهت $\vec{F}_{23}$ هم جهت با محور x است و طبق قانون کولن اندازه این نیرو داریم:

$$F_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{4} = 9 \times 10^{-3} N \Rightarrow \vec{F}_{23} = +9 \times 10^{-3} \vec{i}$$

گام سوم: برآیند دو نیروی $\vec{F}_{12}$ و $\vec{F}_{23}$ را محاسبه می‌کنیم:

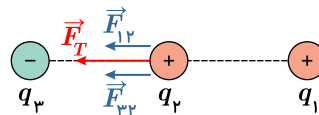
$$\vec{F}_T = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{23} \Rightarrow \vec{F}_T = 9 \times 10^{-3} \vec{i} - 1/4 \times 10^{-3} \vec{i} \Rightarrow \vec{F}_T = 7/6 \times 10^{-3} \vec{i} \Rightarrow F_T = 7/6 \times 10^{-3} N$$

۳۶



الف) بارهای q_2 و q_3 ناهمنام هستند، پس بار q_2 بار q_3 را جذب می‌کند. بارهای q_1 و q_2 همنام‌اند، لذا بار q_1 بار q_2 را دفع می‌کند. نیروهای $\vec{F}_{12}$ و $\vec{F}_{23}$ را رسم می‌کنیم چون این دو نیرو هم جهت هستند، برآیند آنها با هر دو نیرو، هم جهت و از آنها بزرگتر می‌شود.

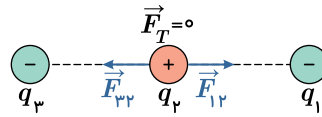
$$\begin{cases} q_1 = q \\ q_2 = q \\ q_3 = -q \end{cases}$$



ب) در این حالت بار q_1 و q_2 ناهمنام هستند، بنابراین بار q_1 بار q_2 را جذب می‌کند. چون بارها هم اندازه و بار q_2 در وسط دو بار q_1 و q_3 قرار دارد، پس دو نیروی $\vec{F}_{12}$ و $\vec{F}_{23}$ هم اندازه و در خلاف جهت هم هستند، پس برآیند این دو نیرو صفر می‌شود.



$$\begin{cases} q_1 = -q \\ q_2 = q \\ q_3 = -q \end{cases}$$

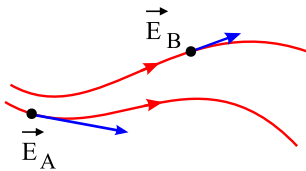


۳۷ علامت q_1 مثبت و علامت q_2 منفی است زیرا خط میدان از بار مثبت خارج شده و به بار منفی وارد می‌شود.

اندازه بار q_1 از اندازه بار q_2 بزرگتر است یعنی $|q_1| > |q_2|$ زیرا خطوط میدان در اطراف بارها دارای اندازه بزرگتر دارای انحنای کمتری هستند (تا خطهای متراکم‌تری بتوانند در کنار هم قرار گیرند)

۳۸

الف) برای رسم بردار میدان در هر نقطه باید برداری مماس بر خط میدان عبورکننده از آن نقطه و هم‌جهت با خط میدان رسم کرد. به‌علاوه باید دقت داشت که در نقطه A میدان قوی‌تر از نقطه B است. (تراکم خطوط بیشتر است).
ب) در نقطه C میدان الکتریکی از نقطه D بزرگتر است زیرا تراکم خطوط در C بیشتر از D است.



۳۹ الف)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \Rightarrow F = 9 \times 10^9 \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})(1.6 \times 10^{-19})}{(4 \times 10^{-15})^2} \Rightarrow F = 1.44 \times 10^{-1} = 14.4 \text{ N}$$

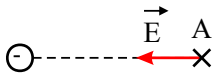
ب) ابتدا بار هسته را می‌یابیم. می‌دانیم که: $(Z \text{ عدد اتمی است})$

$$q_{\text{هسته}} = Ze \Rightarrow q_{\text{هسته}} = 26 \times 1.6 \times 10^{-19} = 4.16 \times 10^{-18} \text{ C}$$

$$E = k \frac{q}{r^2} \Rightarrow E = 9 \times 10^9 \times \frac{4.16 \times 10^{-18}}{(1 \times 10^{-10})^2} = 3.744 \times 10^{12} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

۴۰

الف) چون q منفی است:

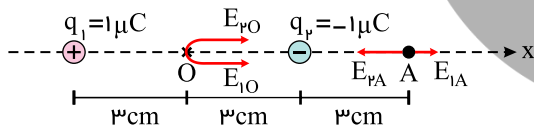


ب)

$$E = k \frac{q}{r^2} \Rightarrow \frac{2 \times 10^5}{2} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 10^{-6}}{r^2} \Rightarrow r = 0.3 \text{ m}$$

۴۱ در نقطه O ، میدان الکتریکی ناشی از دو بار q_1 و q_2 هم‌جهت و در نقطه A در خلاف جهت هم هستند.

الف)



$$E_{1O} = k \frac{q_1}{r_{1O}^2} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 10^8 \frac{\text{N}}{\text{C}} \Rightarrow \vec{E}_{1O} = 10^8 \vec{i} \left(\frac{\text{N}}{\text{C}} \right)$$

$$E_{2O} = k \frac{q_2}{r_{2O}^2} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 10^8 \frac{\text{N}}{\text{C}} \Rightarrow \vec{E}_{2O} = 10^8 \vec{i} \left(\frac{\text{N}}{\text{C}} \right)$$

$$\vec{E}_O = \vec{E}_{1O} + \vec{E}_{2O} = 2 \times 10^8 \vec{i} \left(\frac{\text{N}}{\text{C}} \right)$$

$$E_{1A} = k \frac{q_1}{r_{1A}^2} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 10^{-6}}{(9 \times 10^{-2})^2} = \frac{10^8}{9} \frac{\text{N}}{\text{C}} \Rightarrow \vec{E}_{1A} = \frac{10^8}{9} \vec{i} \left(\frac{\text{N}}{\text{C}} \right)$$

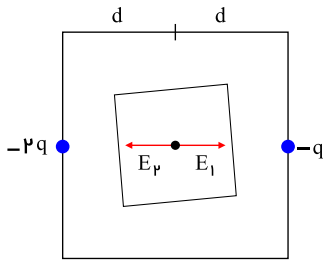
$$E_{2A} = k \frac{q_2}{r_{2A}^2} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 10^8 \frac{\text{N}}{\text{C}} \Rightarrow \vec{E}_{2A} = -10^8 \vec{i} \left(\frac{\text{N}}{\text{C}} \right)$$

$$\vec{E}_A = \vec{E}_{1A} + \vec{E}_{2A} = \frac{10^8}{9} \vec{i} - 10^8 \vec{i} = -\frac{8}{9} \times 10^8 \vec{i} \left(\frac{\text{N}}{\text{C}} \right)$$

ب) خیر چنین نقطه‌ای وجود ندارد. زیرا در فاصله بین q_1 و q_2 که میدان‌ها هم‌جهت هستند و خارج از فاصله دو بار هم در هر صورت به یکی از بارها نزدیک‌تر خواهیم بود و با توجه به یکسان بودن اندازه بارها، امکان برابری میدان‌ها وجود ندارد.

۴۲ با دقت در شکل متوجه می‌شویم که بارهای الکتریکی که در رأس‌های مربع‌ها قرار گرفته‌اند، نسبت به مرکز، متقارن و هم‌اندازه و با علامت و فاصله یکسان هستند. پس

میدان الکتریکی ناشی از آنها در نقطه P صفر خواهد بود. به این ترتیب تنها بارهای مؤثر در شکل زیر نشان داده شده‌اند:

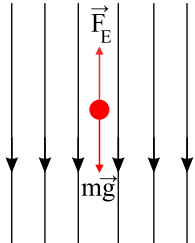


$$E_1 = k \frac{q}{r^2} = k \frac{q}{d^2} \Rightarrow \vec{E}_1 = +k \frac{q}{d^2} \vec{i}$$

$$E_2 = k \frac{(2q)}{d^2} \Rightarrow \vec{E}_2 = -2k \frac{q}{d^2} \vec{i}$$

$$\text{خالص } \vec{E} = +k \frac{q}{d^2} \vec{i} - 2k \frac{q}{d^2} \vec{i} = -k \frac{q}{d^2} \vec{i}$$

چون نیروی الکتریکی باید رو به بالا و در خلاف جهت میدان الکتریکی باشد، پس نوع بار الکتریکی منفی است. (۴۳)

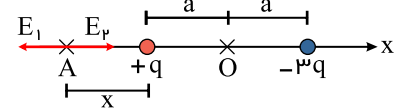


وزن $F_E = W$ نیروی الکتریکی

$$E|q| = mg \rightarrow 5 \times 10^5 \times |q| = (2 \times 10^{-3})(10) \rightarrow |q| = 4 \times 10^{-8} \rightarrow q = -4.0 nC$$

الف) برای دو بار نقطه‌ای ناهمنام، میدان در نقطه‌ای خارج از فاصله دو بار و نزدیکتر به بار کوچکتر (از نظر اندازه) است؛ بنابراین داریم: (۴۴)

$$E_1 = E_2$$



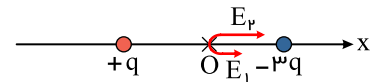
$$\frac{1}{x^2} = \frac{3}{(x+2a)^2} \Rightarrow 3x^2 = (x+2a)^2 \rightarrow \sqrt{3}x = x+2a \rightarrow (\sqrt{3}-1)x = 2a \Rightarrow x = \frac{2}{\sqrt{3}-1}a$$

ب)

$$E_1 = k \frac{q}{r^2} = 9 \times 10^9 \frac{q}{a^2}$$

$$E_2 = 9 \times 10^9 \frac{(3q)}{a^2} = 27 \times 10^9 \frac{q}{a^2}$$

$$\vec{E}_{\text{خالص}} = 9 \times 10^9 \frac{q}{a^2} \vec{i} + 27 \times 10^9 \frac{q}{a^2} \vec{i} = 36 \times 10^9 \frac{q}{a^2} \vec{i} \quad (\text{در جهت محور } x \text{ ها})$$



۴۵

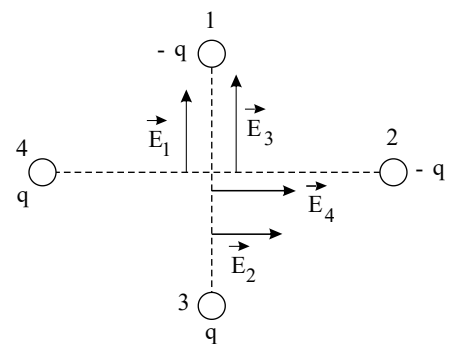
الف

$$E_1 = E_2 = E_3 = E_4 = \frac{k|d|}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2})(5 \times 10^{-6} C)}{1.0}$$

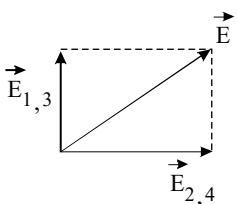
$$E_1 = E_2 = E_3 = E_4 = 4.5 \times 10^4 \frac{N}{C}$$

$$E_{1,3} = E_{2,4} = 9 \times 10^4 \frac{N}{C}$$

$$E = \sqrt{(9 \times 10^4 \frac{N}{C})^2 + (9 \times 10^4 \frac{N}{C})^2} = 9\sqrt{2} \times 10^4 \frac{N}{C} \Rightarrow E \approx 1.3 \times 10^5 \frac{N}{C}$$



ب

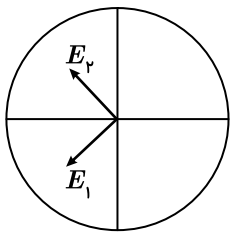


$$\vec{E} = (9 \times 10^4 \frac{N}{C})(\vec{i} + \vec{j})$$

مثل آب خوردن بگیر

۴۶

الف



$$E_1 = E_y = \frac{k|q|}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 2 \times 10^7$$

$$E_t = 2\sqrt{2} \times 10^7$$

$$E_t = -2\sqrt{2} \times 10^7 i$$

ب برابند میدان‌های الکتریکی بارهای q_1 و q_2 در مرکز دایره به سمت چپ است؛ بنابراین باید در نقطه A یک بار منفی قرار دهیم، تا میدان حاصل از آن به سمت راست باشد و میدان کل در مرکز دایره صفر شود.

$$(47) \quad E = k \frac{q}{r^2} \rightarrow E_1 = E_y = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^7 \frac{N}{C}$$

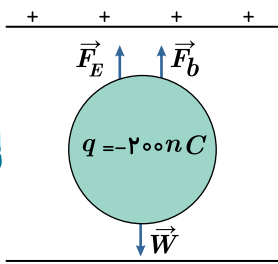
$$\vec{E}_1 = 5 \times 10^7 \frac{N}{C} \vec{i}, \quad \vec{E}_y = 5 \times 10^7 \frac{N}{C} \vec{j} \Rightarrow \vec{E}_A = 5 \times 10^7 \frac{N}{C} \vec{i} + 5 \times 10^7 \frac{N}{C} \vec{j}$$

(48) شکل (3). در میدان الکتریکی مثبت، نیرو در جهت میدان و بر بار منفی نیرو در خلاف جهت میدان وارد می‌شود. در تراکم بیشتر خطوط، میدان قوی‌تر و نیرو بزرگ‌تر است.

(49) گام اول: چون بادکنک معلق و ساکن است باید برابند نیروهای وارد بر آن صفر باشد. نیروی وزن همواره رو به پایین و نیروی شناوری روبه‌بالا است، بنابراین باید با مقایسه بزرگی این دو نیرو، جهت نیروی الکتریکی وارد بر بادکنک را تعیین کنیم:

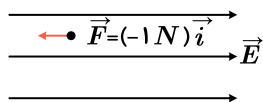
$$W = mg \xrightarrow{m=0.01 \text{ kg}} W = 0.01 \times 10 = 0.1 \text{ N}$$

با توجه به اینکه اندازه نیروی وزن بیشتر از نیروی شناوری وارد بر بادکنک است، جهت نیروی الکتریکی باید رو به بالا باشد تا بادکنک در حالت تعادل قرار گیرد.



$$F_E + F_b = W \Rightarrow F_E = W - F_b = 0.1 - 0.05 = 0.05 \text{ N}$$

$$F_E = E|q| \xrightarrow{F_E=0.05 \text{ N}} E = \frac{5 \times 10^{-2}}{2 \times 10^{-7}} = 2.5 \times 10^5 \frac{N}{C}$$



(50) با استفاده از رابطه $\vec{F} = q\vec{E}$ نیروی الکتریکی وارد بر ذره باردار را به دست می‌آوریم:

$$\vec{F} = q\vec{E} \Rightarrow \vec{F} = (-2\mu C)((5 \times 10^5 \text{ N/C})\vec{i}) = (-2 \times 10^{-6} C)((5 \times 10^5 \text{ N/C})\vec{i}) = (-1 \text{ N})\vec{i}$$

(51) شکل داده شده یک سازوکار آزمایشگاهی برای مشاهده این موضوع را که با افزایش فاصله، میدان الکتریکی کاهش می‌یابد، نشان می‌دهد. دو شمع، یکی در فاصله‌ای نزدیک و دیگری در فاصله‌ای دور از کلاهک یک مولد وان‌دوگراف قرار گرفته‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌کنید، شعله شمع نزدیک‌تر، به سمت کلاهک کشیده شده است. در حالی که شعله شمع دورتر تغییر چندانی نکرده است. دلیل آن است که کلاهک مولد وان‌دوگراف بار منفی بزرگی دارد که یون‌های مثبت درون شعله شمع نزدیک‌تر را به سمت خود می‌کشد، در حالی که شمع دیگر در فاصله دوری از کلاهک قرار گرفته است که تحت‌تأثیر میدان الکتریکی ضعیفی قرار می‌گیرد.

(52) با توجه به تعریف میدان الکتریکی داریم:

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow E = \frac{5 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-9}} = 2.5 \times 10^5 \text{ N/C}$$

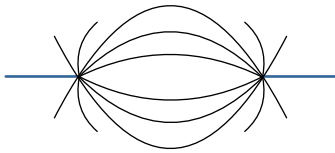
جهت میدان الکتریکی نیز به سمت شمال است!

(53) از آنجایی که به بارهای الکتریکی در راستای خطوط میدان نیرو وارد می‌شود، اگر خطوط میدان در یک نقطه یکدیگر را قطع کنند، در این نقطه دو میدان الکتریکی برابند جهت‌های مختلف وجود خواهد داشت. بنابراین با قرار دادن ذره باردار در این نقطه، دو مسیر حرکت برای ذره پیش رو است که امکان‌پذیر نیست. بنابراین خطوط میدان برابند هرگز یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

(54)

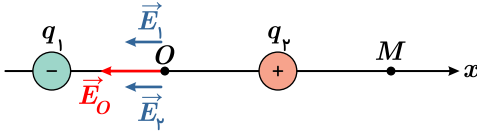


دانه‌ها تحت تأثیر میدان الکتریکی ایجاد شده توسط الکترودها، هم‌ردیف شده و خطوط میدان الکتریکی را مطابق شکل در فضای اطراف الکترودها نمایش می‌دهند.



۵۵ برای نقطه O:

گام اول: بار آزمون (مثبت) فرضی را در نقطه O قرار می‌دهیم.



در غیاب بار q_1 ، میدان الکتریکی حاصل از بار q_2 را رسم می‌کنیم و آن را $\vec{E}_1$ می‌نامیم.

در غیاب بار q_2 ، میدان الکتریکی حاصل از بار q_1 را رسم می‌کنیم و آن را $\vec{E}_2$ می‌نامیم.

$$E_1 = E_2 = k \frac{|q|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 2 \times 10^4 \frac{N}{C} \Rightarrow \begin{cases} \vec{E}_1 = (-2 \times 10^4 \frac{N}{C}) \vec{i} \\ \vec{E}_2 = (-2 \times 10^4 \frac{N}{C}) \vec{i} \end{cases}$$

گام دوم: دو میدان $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ هم‌جهت‌اند، میدان برای آن‌ها هم‌جهت و در خلاف جهت محور x بوده و بزرگی آن از جمع این دو میدان به دست می‌آید. مطابق شکل بالا

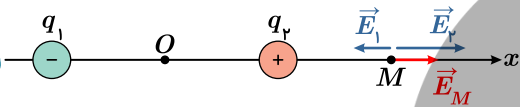
$$\vec{E}_O = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = (-2 \times 10^4 \frac{N}{C}) \vec{i} + (-2 \times 10^4 \frac{N}{C}) \vec{i} = (-4 \times 10^4 \frac{N}{C}) \vec{i}$$

$$\Rightarrow E_O = 4 \times 10^4 \frac{N}{C}$$

برای نقطه M:

گام اول: بار آزمون (مثبت) فرضی را در نقطه M قرار می‌دهیم.

در غیاب هر یک از دو بار، میدان حاصل از بار دیگر را رسم کرده و محاسبه می‌کنیم و آن‌ها را $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ می‌نامیم.



$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9}}{(9 \times 10^{-2})^2} = \frac{2}{9} \times 10^4 \frac{N}{C} \Rightarrow \vec{E}_1 = (-\frac{2}{9} \times 10^4 \frac{N}{C}) \vec{i}$$

$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-9}}{(3 \times 10^{-2})^2} = 2 \times 10^4 \frac{N}{C} \Rightarrow \vec{E}_2 = (2 \times 10^4 \frac{N}{C}) \vec{i}$$

گام دوم: چون این دو بردار خلاف جهت هم هستند، بردار برای آن‌ها با برداری که اندازه آن بزرگ‌تر است هم‌جهت می‌شود. اندازه بردار برابر است با:

$$\vec{E}_M = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = (\frac{2}{9} \times 10^4 \frac{N}{C}) \vec{i} + (-2 \times 10^4 \frac{N}{C}) \vec{i} = (-\frac{16}{9} \times 10^4 \frac{N}{C}) \vec{i}$$

$$\Rightarrow E_M = \frac{16}{9} \times 10^4 \frac{N}{C}$$

۵۶ الف

$$|q| = e = 1.6 \times 10^{-19} C, \quad k \simeq 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}, \quad r = 5.3 \times 10^{-11} m, \quad E = ?$$

$$E = k \frac{|q|}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1.6 \times 10^{-19}}{(5.3 \times 10^{-11})^2} \simeq 5.1 \times 10^{12} \frac{N}{C} \Rightarrow E \simeq 5.1 \times 10^{11} \frac{N}{C}$$

ب) به کمک داده‌هایی که داریم، مسئله را حل می‌کنیم:

$$|q| = 1.6 \times 10^{-19} C, \quad k \simeq 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}, \quad E = 9 \times 10^3 \frac{N}{C}, \quad r = ?$$

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{k|q|}{E} = \frac{9 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19}}{9 \times 10^3} = 1.6 \times 10^{-13} = 0.16 \times 10^{-12}$$

$$\Rightarrow r = \sqrt{0.16 \times 10^{-12}} = 0.4 \times 10^{-6} m \Rightarrow r = 0.4 \mu m$$

۵۷ الف) با توجه به تعریف کمی میدان الکتریکی داریم:

$$F = E|q| \Rightarrow F = 8 \times 10^5 \times 50 \times 10^{-9} = 4 \times 10^{-2} N$$

ب) بر اساس رابطه $W_E = |q| E d \cos \theta$ زاویه بین بردار میدان و جابه‌جایی 90° و کار انجام‌شده صفر است. بنابراین داریم:

$$W_{ABC} = W_{AB} + W_{BC} = |q| E(BC) \cos(180^\circ) = 50 \times 10^{-9} \times 8 \times 10^5 \times 0.4 \times (-1)$$



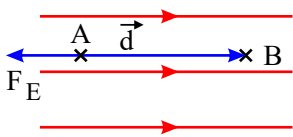
$$\Rightarrow W_{ABC} = W_{BC} = -16 \times 10^{-3} = -0.016 J$$

(ج) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی برابر با منفی کار نیروی میدان الکتریکی است. یعنی:

$$\Delta U_E = -W_E \Rightarrow \Delta U_E = 0.016 J$$

به طور طبیعی چون بار مثبت در خلاف جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شده است انرژی پتانسیل آن افزایش یافته است.

(۵۸) مطابق شکل مقابل زاویه بین بردار جابه‌جایی و بردار نیروی ناشی از میدان بر بار منفی، برابر با 180° است:



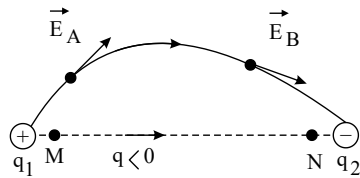
$$\begin{aligned}\Delta U_E &= -W_E = -|q| E d \cos 180^\circ \\ \Delta U_E &= -[-5 \times 10^{-6}] \times 10^5 \times 1 \times (-1) \\ \Delta U &= 0.5 J\end{aligned}$$

یعنی انرژی پتانسیل بار $0.5 J$ افزایش یافته است.

(۵۹) در شکل (الف) سرعت پروتون در نقطه B بیشتر خواهد بود. میدان الکتریکی در شکل (الف) قوی‌تر از سایر شکل‌هاست و به این ترتیب، طبق رابطه $F = E|q|$ نیروی وارد شده بر پروتون و در نتیجه شتابی که به آن داده شده است، (طبق رابطه $F = ma$) بیشتر است؛ بنابراین سرعت آن در B بیشتر خواهد بود.

این موضوع را می‌توان به کمک $W = \Delta K$ نیز توضیح داد. از آنجا که کار انجام‌شده در شکل (الف) برای جابه‌جایی پروتون از A تا B بیشتر از بقیه شکل‌هاست (با توجه به بزرگتر بودن E)، در رابطه فوق تغییرات انرژی جنبشی و در نتیجه سرعت پروتون در شکل (الف) بیشتر خواهد بود.

(۶۰) با توجه به جهت میدان الکتریکی در نقاط A و B، $q_1 > 0$ و $q_2 < 0$ است. با حرکت بار از نقطه M (نزدیک بار q_1) به نقطه N (نزدیک بار q_2)، چون بار $q < 0$ در جهت خط‌های میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود، بنابراین انرژی پتانسیل الکتریکی آن پیوسته افزایش می‌یابد.



(۶۱) الف) همواره تغییرات انرژی پتانسیل با قرینه کار میدان برابر است:

$$\Delta U = -W_E = -10 mJ$$

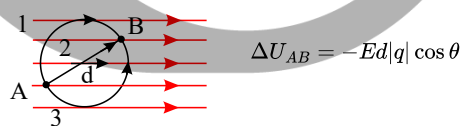
(ب) چون انرژی پتانسیل الکتریکی بار منفی کاهش یافته، یعنی حرکت آن خودبه‌خودی (در خلاف جهت میدان) بوده است.

(۶۲) از قضیه کار و انرژی جنبشی استفاده می‌کنیم.

$$\begin{aligned}W &= \Delta K \Rightarrow Eqd = \frac{1}{2} m v_B^2 \Rightarrow 8 \times 10^3 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 9.1 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} v_B^2 \\ \Rightarrow v_B^2 &= (16 \times 10^6)^2 \Rightarrow v_B = 16 \times 10^6 m/s\end{aligned}$$

(۶۳)

نکته: تغییر انرژی پتانسیل مستقل از نوع مسیر است و فقط به بردار جابه‌جایی ربط دارد. یعنی در تمام حالات زیر داریم:



پس ابتدا با استفاده از محیط نیم‌دایره فاصله AB را به دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{2} (2\pi r) = 6\pi \Rightarrow r = 6m$$

$$AB = 2r = 2 \times 6 = 12m$$

$$\Delta U = -Edq \cos \theta = -Edq \cos 0^\circ = -2 \times 10^{-6} \times 1000 \times 12 \Rightarrow \Delta U = -24 \times 10^{-3} J$$

علامت منفی نشان‌دهنده این است که انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش یافته است، دقت کنید اگر بار الکتریکی مثبت در جهت خط‌های میدان جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

(۶۴) طبق قضیه کار و انرژی داریم: $\Delta U = -\Delta K$ ، پس:

$$\begin{aligned}-(K_f - K_i) &= \Delta U \\ K_i &= 0 \\ \Rightarrow -K_f &= \Delta U = -Edq \cos \theta\end{aligned}$$

$$\frac{q = +2e = 2 \times 1.6 \times 10^{-19}}{\theta = 0} \rightarrow K_f = 2000 \times 0.04 \times 2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 2.56 \times 10^{-18} J$$

(۶۵) گزینه ۴

میدان الکتریکی بین صفحات با بار مخالف یکنواخت است، پس داریم:

$$E_A = E_B \Rightarrow |q|E_A = |q|E_B \Rightarrow F_A = F_B$$



از طرفی بار $-q$ هر چقدر به بارهای منفی نزدیکتر باشد، انرژی پتانسیل بیشتری دارد؛ چون، انرژی پتانسیل بار منفی با حرکت در جهت خطوط میدان الکتریکی افزایش می‌یابد. پس:

$$U_A < U_B$$

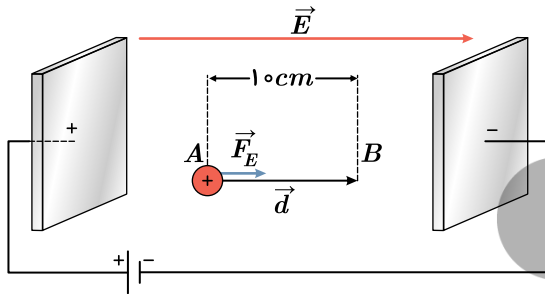
۶۶ گام اول: جهت میدان الکتریکی از صفحه مثبت به صفحه منفی است و به بار مثبت نیرویی هم‌جهت میدان وارد می‌شود. مطابق شکل، جهت $\vec{F}_E$ و $\vec{d}$ را رسم می‌کنیم. چون از وزن پروتون و مقاومت هوا چشم‌پوشی شده است به پروتون فقط $\vec{F}_E$ اثر می‌کند و طبق قضیه کار - انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

چون اتلاف انرژی نداریم، طبق قانون پایستگی انرژی $\Delta U = -\Delta K$ است در نتیجه:

$$\Delta U = -\frac{1}{2}mv^2$$

گام سوم: به کمک رابطه $\Delta U = |q|Ed \cos \theta$ ، می‌توانیم تبدی پروتون را به دست آوریم. دقت کنید در این رابطه θ زاویه بین $\vec{F}_E$ و $\vec{d}$ است که مطابق شکل صفر درجه است.



$$|q|Ed \cos \theta = \frac{1}{2}mv^2$$

$$1,6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^3 \times 0,1 \times 1 = \frac{1}{2} \times 1,67 \times 10^{-27} \times v^2$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{3,2 \times 10^{-17}}{0,835 \times 10^{-27}} \Rightarrow v \simeq \sqrt{\frac{3,2}{0,835} \times 10^1} \Rightarrow v \simeq 1,96 \times 10^5 \frac{m}{s}$$

۶۷ ابتدا به محاسبه ΔV می‌پردازیم. چون بار در جهت میدان جابه‌جا شده است $\Delta V < 0$ خواهد بود (در حالت کلی هرگاه در جهت خطوط میدان حرکت کنیم پتانسیل نقاط کاهش می‌یابد):

$$\Delta V = -Ed = -10^5 \times (10 \times 10^{-2}) = -10^4 V$$

در حالت کلی وقتی ذره باردار با سرعت ثابت حرکت می‌کند، داریم:

$$\begin{cases} W_{\text{نیروی خارجی}} = -W_E = q\Delta V \\ W_E = -\Delta U_E \\ \Delta U = q\Delta V \end{cases}$$

بنابراین می‌توان نوشت:

$$W_{\text{نیروی خارجی}} = q\Delta V$$

$$W_{\text{نیروی خارجی}} = 10 \times 10^{-6} \times (-10^4) = -0,1 J$$

۶۸ می‌دانیم که در مورد یک باتری داریم:

$$\Delta V = V_{\text{پایانه منفی}} - V_{\text{پایانه (+) باتری}} = 12V$$

که در این مورد ۱۲ ولت داده شده است. ولی باید توجه کرد که در سؤال پایانه مثبت مبدأ حرکت و پایانه منفی مقصد بار تعیین شده است پس داریم:

$$\Delta U = q \cdot \Delta V = q(V_{\text{پایانه (+) باتری}} - V_{\text{پایانه (-) مقصد}}) = q(V_{(+)} - V_{(-)}) \Rightarrow \Delta U = -10 \times (-12) = 120 J$$

به این ترتیب انرژی پتانسیل بار ۱۲۰ J افزایش یافته است و به عبارت دیگر باتری شارژ شده است.

۶۹ الف)

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow E = \frac{300}{2 \times 10^{-2}} = 1,5 \times 10^4 \frac{N}{C}$$

ب)

$$F = Eq \Rightarrow F = 1,5 \times 10^4 \times 2 \times 10^{-6} \Rightarrow F = 0,3 N$$

۷۰

الف)

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow 10V - (-40V) = \frac{\Delta U}{-1 \times 10^{-5} C}$$

$$\Rightarrow \Delta U = -5 \times 10^{-4} J \text{ کاهش}$$

ب)

بدیهی است که کاهش انرژی پتانسیل الکتریکی برابر افزایش انرژی جنبشی آن است یعنی:

$$\Delta U = -\Delta K$$



$$5 \times 10^{-4} J = \frac{1}{2} (5 \times 10^{-3} kg) v^2 \Rightarrow v^2 = \frac{2(5 \times 10^{-4} J)}{(5 \times 10^{-3} kg)} \Rightarrow v^2 = 2 \times 10^{-1} \frac{m^2}{s^2} \Rightarrow v = 4.5 \times 10^{-1} \frac{m}{s}$$

(۷۱) الف) جهت خطوط از A به B

$$\Delta U = q\Delta V \rightarrow \Delta U = -20 \times 10^{-6} \times (-20 - 30) = 10^{-3} J \quad (ب)$$

(۷۲) چون بار الکتریکی آزادانه جابه‌جا شده یعنی در جهت دلخواه خود حرکت می‌کند. جابه‌جایی بار الکتریکی از پتانسیل الکتریکی کم ($V_1 = 50V$) به پتانسیل الکتریکی

بیشتر ($V_2 = 30V$) است. یعنی بار در خلاف جهت خطوط میدان حرکت می‌کند. بنابراین $q < 0$ است. (از طرفی بار آزادانه جابه‌جا شده است یعنی انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش یافته است.)

$$\Delta E^{\circ} = \Delta U + \Delta K \rightarrow \boxed{\Delta K = -\Delta U} \quad (۱)$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow \Delta U = q\Delta V = (-40 \times 10^{-6}) (30 - (-50)) = -32 \times 10^{-4} J \quad (۲)$$

با علامت واقعی بار

$$\xrightarrow{(۱), (۲)} \Delta K = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2) = -(-32 \times 10^{-4}) \rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{2}{100} (v_f^2 - 0) = 32 \times 10^{-4}$$

$$\rightarrow v_f^2 = 32 \times 10^{-2} \rightarrow \boxed{v_f = 0.4 \sqrt{2} m/s}$$

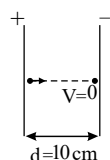
(۷۳) با استفاده از تعریف پتانسیل الکتریکی و در نظر گرفتن زمین با اندیس E، داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{W_{\text{خارجی}}}{q} \Rightarrow \begin{cases} V_A - V_E = \frac{200 \times 10^{-6}}{20 \times 10^{-6}} \Rightarrow V_A - V_E = 10V \\ V_B - V_E = \frac{400 \times 10^{-6}}{-8 \times 10^{-6}} \Rightarrow V_B - V_E = -50V \end{cases}$$

$$\Rightarrow (V_B - V_E) - (V_A - V_E) = -50 - 10 \Rightarrow V_B - V_A = -60V$$

برای انتقال بار $5\mu C$ از نقطه A تا نقطه B داریم:

$$V_B - V_A = \frac{-W_E}{q} \Rightarrow -60 = \frac{-W_E}{5 \times 10^{-6}} \Rightarrow W_E = 300 \times 10^{-6} J = 300 \mu J$$



(۷۴) در غیاب نیروهای دیگر به جز نیروی الکتریکی، داریم:

$$E = \text{ثابت} \rightarrow U + K = \text{ثابت} \rightarrow U_f + K_f = U_i + K_i$$

$$\rightarrow (U_f - U_i) = -(K_f - K_i) \rightarrow \Delta U = -\Delta K \xrightarrow{\Delta U = q\Delta V}$$

از طرفی:

$$q\Delta V = -\Delta K \rightarrow (-8 \times 10^{-6})(-1000) = -(K_f - K_i)$$

نکته: چون بار ذره منفی بوده و ذره در نهایت متوقف شده است، می‌فهمیم که به ذره در خلاف جهت حرکت آن ذره نیرو وارد شده است؛ یعنی ذره از صفحه با بار مثبت به طرف صفحه با بار منفی پرتاب شده است.

بنابراین:

$$\text{اختلاف پتانسیل} \begin{cases} \Delta V = V_f - V_i = -1000V \\ v_f < v_i \end{cases}$$

$$K_i = 8 \times 10^{-3} \rightarrow \frac{1}{2} (0.2 \times 10^{-6} \times 10^{-3}) v^2 = 8 \times 10^{-3} \rightarrow v^2 = 8 \times 10^9 = 80 \times 10^8 \rightarrow v = 4000 \sqrt{5} m/s$$

(۷۵) با داشتن تغییرات انرژی پتانسیل و مقدار بار جابه‌جا شده، اختلاف پتانسیل را به دست می‌آوریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \frac{5 \times 10^{-5} - (-4 \times 10^{-5})}{20 \times 10^{-9}} = \frac{9 \times 10^{-5}}{20 \times 10^{-9}} = 4.5 \times 10^3 V$$

(۷۶) الف) مثبت، زیرا نیروی دست هم‌جهت با جابه‌جایی است.

ب) به نقطه‌ای با پتانسیل بیشتر حرکت کرده است. زیرا با حرکت در خلاف جهت میدان الکتریکی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد. (کار انجام شده توسط نیروی دست به صورت انرژی پتانسیل الکتریکی در بار ذخیره شده است.)

(۷۷)

$$\Delta V = 12V, V_+ = 0, V_- = ?$$

$$\Delta V = V_+ - V_- \Rightarrow 12 = 0 - V_- \Rightarrow V_- = -12V$$



۷۸ با حرکت بار مثبت در جهت خطوط میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی کم می‌شود:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta U_E < 0 : \text{انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.} \\ q > 0 : \text{بار مثبت است.} \end{array} \right\} \xrightarrow{\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}} \Delta V < 0 \Rightarrow$$

با حرکت بار منفی در جهت خطوط میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش پیدا می‌کند:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta U_E > 0 : \text{انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.} \\ q < 0 : \text{بار منفی است.} \end{array} \right\} \xrightarrow{\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}} \Delta V < 0 \Rightarrow$$

با حرکت بار مثبت در خلاف جهت خطوط میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش پیدا می‌کند:

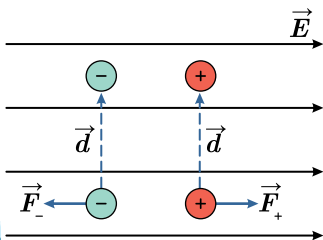
$$\left. \begin{array}{l} \Delta U_E > 0 : \text{انرژی پتانسیل الکتریکی افزایش می‌یابد.} \\ q > 0 : \text{بار مثبت است.} \end{array} \right\} \xrightarrow{\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}} \Delta V > 0 \Rightarrow$$

با حرکت بار منفی در خلاف جهت خطوط میدان، انرژی پتانسیل الکتریکی کم می‌شود:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta U_E < 0 : \text{انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش می‌یابد.} \\ q < 0 : \text{بار منفی است.} \end{array} \right\} \xrightarrow{\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q}} \Delta V > 0 \Rightarrow$$

(ب) به شکل روبه‌رو نگاه کنید.

به بار مثبت نیرویی در جهت میدان ($\vec{F}_+$)، و به بار منفی نیرویی در خلاف جهت میدان ($\vec{F}_-$) وارد می‌شود. بنابراین با حرکت در جهت عمود بر میدان، زاویه نیرو و جابه‌جایی $\theta = 90^\circ$ است و در نتیجه:



$$\Delta U_E = -|q|Ed \cos 90^\circ = 0 \Rightarrow \Delta V = \frac{-\Delta U_E}{q} = 0 \Rightarrow \Delta V = 0$$

پتانسیل الکتریکی تغییر نمی‌کند.

۷۹ چه کلید k بسته باشد و چه باز باشد بارهای الکتریکی حرکتی نمی‌کنند چون در هر صورت رساناهای بهم متصل هم‌پتانسیل هستند و نقاط A و B دارای پتانسیل یکسان هستند و بار الکتریکی برای حرکت بین دو نقطه نیاز به وجود اختلاف پتانسیل بین آن دو نقطه دارد.

۸۰ چگالی سطحی بار الکتریکی در نقاط نوک‌تیز رساناها بیشتر است بنابراین:

$$\sigma_C > \sigma_A > \sigma_B$$

$$E_C > E_A > E_B$$

$$V_A = V_B = V_C$$

در حالت کلی در مورد میدان الکتریکی نیز همان موضوع صدق می‌کند که در مورد چگالی سطحی بار درست است پس

در مورد پتانسیل الکتریکی نقاط باید گفت که تمام نقاط یک جسم رسانا دارای پتانسیل یکسان هستند:

۸۱

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma = \frac{Q}{A} = \frac{2 \times 10^{-9}}{6 \times (40 \times 40 \times 10^{-4})} = \frac{10^{-7}}{48} \frac{C}{m^2} = 0.2 \times 10^{-7} = 2 \times 10^{-9} \frac{C}{m^2} \\ A = 6 \times a^2 \end{array} \right.$$

۸۲ الف) چون میدان الکتریکی در داخل رساناهای باردار صفر است نیروی الکتریکی وارد بر هر ذره باردار در داخل رسانا نیز صفر است بنابراین کار نیروی الکتریکی در هر جابه‌جایی دلخواهی در داخل رسانا صفر می‌شود.

(ب) این موضوع که در قسمت الف بیان شد نتیجه می‌دهد که پتانسیل الکتریکی تمام نقاط روی یک رسانا یکسان است:

$$F_E = 0 \Rightarrow \Delta U_E = -W_E = 0$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U_E}{q} = 0 \Rightarrow V_r - V_i = 0 \Rightarrow V_r = V_i$$

۸۳

$$\frac{\sigma_A}{\sigma_B} = \frac{Q_A}{Q_B} \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{\sigma_A}{\sigma_B} = 1 \times \left(\frac{4\pi r_B^2}{4\pi r_A^2} \right) \Rightarrow \frac{\sigma_A}{\sigma_B} = \left(\frac{r_B}{r_A} \right)^2 \Rightarrow \frac{\sigma_A}{\sigma_B} = \left(\frac{R_B}{R_A} \right)^2 = \frac{1}{4}$$

۸۴ با توجه به رابطه $Q = \sigma A$ داریم:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \times \frac{A_1}{A_2} \xrightarrow{\sigma_1 = \sigma_2} \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{4\pi R_1^2}{4\pi R_2^2} = \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 = \left(\frac{2}{3} \right)^2 = \frac{4}{9}$$

۸۵ با تماس کره فلزی A به داخل پوسته کروی، کل بار کره A به سطح خارجی پوسته B منتقل می‌شود و بار کره A صفر می‌شود. بار پوسته کروی هم با توجه به پایستگی بار از جمع بار کره A و B به دست می‌آید:



$$q_A + q_B = q'_A + q'_B \Rightarrow q'_B = -6\mu C + 10\mu C = 4\mu C$$

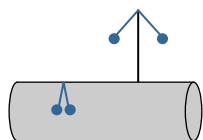
۸۶) بار در کره مسی در سطح خارجی پخش می‌شود و بار در کره پلاستیکی همان قسمتی که بار گرفته است، باقی می‌ماند.

۸۷) برق‌گیر میله یا سیم‌های رسانایی هستند که در بالاترین نقطه ساختمان نصب می‌شوند. این دستگاه توانایی کنترل جریان الکتریکی عظیم وابسته به رعد و برق را دارد و آن را بدون ایجاد هرگونه خسارت به زمین منتقل می‌کند.

۸۸) ابتدا در هر دو آهنگ که بدون بار هستند مقداری بار الکتریکی توسط جسم دوکی‌شکل القا می‌شود و آونگ‌ها به سمت دوک جذب می‌شوند. بعد از برخورد آونگ‌ها با سطح دوک، مقداری از بار دوک به آنها منتقل شده و باری همنام با بار جسم دوکی‌شکل پیدا می‌کنند و به علت نیروی دافعه بین بارهای همنام، از جسم دوکی‌شکل دور می‌شوند. مشاهده می‌کنیم آونگی که به قسمت نوک تیز جسم برخورد می‌کند، بیشتر منحرف می‌شود، علت این است که چگالی بار در قسمت نوک‌تیز جسم دوکی‌شکل بیشتر است، در نتیجه میدان الکتریکی در نزدیکی آن قوی‌تر و نیرویی که به آونگ وارد می‌کند بیشتر است. دقت کنید که آونگ‌ها از هر نظر مشابه هستند و وزن یکسانی هم دارند.

۸۹) الف) قفس فاراده یک قفس یا فضای بسته ساخته‌شده از فلز یا رسانایی دیگر است. اگر فردی را درون این قفس قرار داده و مولد وان‌دوگرافی در نزدیکی قفس نصب و آن را تا حد زیادی باردار کنیم، با وجود اینکه بارهای الکتریکی به‌صورت جرقه از مولد به قفس جریان پیدا می‌کنند، فرد درون قفس آسیبی نمی‌بیند؛ زیرا بارهای الکتریکی در سطح خارجی قفس قرار می‌گیرند. در آزمایش مشابه، هنگامی که یک قوطی فلزی را که درونش یک موش آزمایشگاهی قرار دارد، به سیم حامل جریان الکتریکی وصل می‌کنیم، چون کل جریان از سطح خارجی فلز عبور می‌کند به موش آسیبی نرسیده و دچار شوک الکتریکی نمی‌شود. طبق نظریه فاراده، امواج الکترومغناطیسی که به‌طور طبیعی از اطراف یک ماده رسانا گذر می‌کنند به درون آن نفوذ نمی‌کنند. بنابراین قفس فاراده علاوه بر اینکه در برابر نفوذ امواج بیرونی و خروج امواج درون خود نیز است. از این قفس به شکل مکعب مستطیل با هدف حفاظت در برابر امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود که در نزدیکی رادارهای پر قدرت به منظور حفاظت از افراد و همچنین محافظت از سیستم‌های الکتریکی و مخابراتی پیشرفته، از قبیل وسایل مربوط به مهندسی پزشکی، کامپیوترهای پیشرفته و ... استفاده می‌شود.

خوب است بدانید که اگر گوشی تلفن همراه خود را درون ظرف فلزی درسته‌ای قرار دهید یا یک فویل آلومینیومی را به دور آن بپیچید، از دسترس خارج خواهد شد. ب) بدنه اتومبیل یا هواپیما از جنس فلز (رسانا) است. بنابراین، بار الکتریکی منتقل‌شده به آنها طبق آزمایش فاراده در سطح خارجی قرار گرفته و به افراد داخل اتومبیل یا هواپیما آسیبی نمی‌رسد.



پ) یک استوانه فلزی را به مولد وان‌دوگراف متصل می‌کنیم و مطابق شکل دو آونگ درون استوانه و دو آونگ نیز بیرون آن می‌آویزیم. مشاهده می‌شود که آونگ‌های بیرون استوانه به دلیل دریافت بار الکتریکی از استوانه و دافعه بارهای هنگام، یکدیگر را دفع می‌کنند، ولی تغییری در وضعیت آونگ‌های داخل استوانه دیده نمی‌شود چون بار الکتریکی در سطح خارجی جسم رسانا قرار دارد و نه در سطح داخلی آن.

۹۰) اگر بار الکتریکی خازن ثابت بماند و فاصله صفحات از هم دو برابر شوند بر اساس رابطه $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ظرفیت خازن نصف می‌شود. در مورد انرژی ذخیره‌شده در خازن در حالت‌های اول و دوم می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} U_1 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_1} \\ C_2 = \frac{C_1}{2} \end{cases} \Rightarrow U_2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_2} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{\frac{C_1}{2}} = 2 \times \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_1} = 2U_1$$

یعنی در این حالت انرژی ذخیره‌شده ۲ برابر حالت اول است. پس جرقه‌ای که ایجاد می‌شود بزرگ‌تر از حالت قبل خواهد بود (نور و صدای ایجادشده بیشتر است).

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{k_2}{k_1} \times \frac{A_2}{A_1} \times \frac{d_1}{d_2} = 10 \times 1 \times \frac{1}{2} = 5 \Rightarrow C_2 = 5C_1$$

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{Q_2}{Q_1} \times \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow 5 = 1 \times \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow V_2 = \frac{1}{5}V_1$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^2 \times \left(\frac{C_1}{C_2}\right) = 1 \times \frac{1}{5} \Rightarrow U_2 = \frac{1}{5}U_1$$

۹۱) بر اساس رابطه $V = Ed$ در خازن‌ها می‌توان گفت که با زیاد کردن فاصله بین صفحات، به دلیل آنکه ولتاژ ثابت مانده است (خازن به باتری متصل است)، باید E کاهش یابد تا V ثابت بماند.

پس مورد (الف) درست و مورد (ب) نادرست است.

همچنین با افزایش فاصله بین صفحات خازن طبق رابطه $C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d}$ ، ظرفیت کاهش می‌یابد. پس مورد (پ) نیز نادرست است.

بر اساس رابطه $Q = CV$ با توجه به ثابت ماندن V و نصف شدن ظرفیت خازن، بار ذخیره‌شده روی خازن نیز نصف می‌شود پس مورد (ت) نیز نادرست است.

۹۲)

ابتدا اختلاف پتانسیل دو صفحه خازن را به دست می‌آوریم:

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \Rightarrow 40 \times 10^{-6} = \frac{10 \times 10^{-6}}{\Delta V} \Rightarrow \Delta V = \frac{1}{4}V$$

حالا با استفاده از رابطه $E = \frac{\Delta V}{d}$ ، میدان بین صفحات را محاسبه می‌کنیم:

$$E = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow E = \frac{\frac{1}{4}}{1 \times 10^{-2}} = \frac{100}{4} = 25V/m$$



۹۴

الف

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow C = 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2} \times \frac{4 \times 10^{-6} m^2}{2 \times 10^{-3} m} \Rightarrow C = 18 \times 10^{-12} F$$

$$E = \frac{V}{d} \Rightarrow V = 500 \times 2 \times 10^{-3} = 1 V$$

۹۵) یاختهٔ عصبی را با یک خازن تخت، مدل‌سازی می‌کنیم.

گام اول: ابتدا کمک رابطهٔ ظرفیت خازن تخت، ظرفیت این خازن را به دست می‌آوریم.

$$V = 15 mV = 15 \times 10^{-3} V, \quad \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}, \quad e = 1.6 \times 10^{-19} C, \quad \kappa = 3$$

$$d = 10 nm = 10 \times 10^{-9} m = 10^{-8} m, \quad A = 1 \times 10^{-10} m^2$$

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} = \frac{3 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 1 \times 10^{-10}}{10 \times 10^{-9}} \Rightarrow C = 2.655 \times 10^{-12} F$$

گام دوم: حالا بار الکتریکی این خازن را محاسبه می‌کنیم.

$$Q = CV = 2.655 \times 10^{-12} \times 15 \times 10^{-3} \Rightarrow Q = 3.9825 \times 10^{-14} C$$

گام سوم: در این مرحله تعداد یون‌ها را به سادگی به دست می‌آوریم.

$$q = ne \Rightarrow n = \frac{q}{e} = \frac{3.9825 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-19}} \simeq 2.49 \times 10^5$$

۹۶) می‌دانیم شیب نمودار I بر حسب V برابر $\frac{1}{R}$ است؛ پس، شیب را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{1}{R} = \text{شیب} = \frac{(I_1 + 5) - I_1}{(V_1 + 10) - V_1} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{2} \Rightarrow R = 2 \Omega$$

۹۷) با توجه به مشابه بودن کره‌ها، پس از بسته شدن کلید، بار الکتریکی هر یک از دو کره برابر خواهد شد با:

$$q = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{8 - 10}{2} = -1 \mu C$$

یعنی از کرهٔ با بار $1 \mu C$ به مقدار $-9 \mu C - (-1) = -10$ بار به کرهٔ دیگر منتقل می‌شود:

$$|\Delta q| = 9 \mu C$$

$$|\bar{I}| = \frac{|\Delta q|}{\Delta t} = \frac{9 \times 10^{-6}}{0.001} = 9 \times 10^{-3} A$$

۹۸) گام اول: بار عبوری در لحظه‌های t_1 و t_2 را محاسبه می‌کنیم:

$$t_1 = 0 s \Rightarrow q_1 = 4(0)^2 + 1 = 1 C$$

$$t_2 = 2 s \Rightarrow q_2 = 4(2)^2 + 1 = 17 C$$

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{17 C - 1 C}{2 s - 0 s} = \frac{16 C}{2 s} = 8 A$$

گام دوم: به کمک رابطهٔ $\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ داریم:

$$I_1 = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow I = \frac{n_1 e}{t}$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{1.4 \times 10^{19} \times 1.6 \times 10^{-19} C}{1 s} \simeq 2.24 A$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{R}{3R} = 1 \times \frac{I_2}{2.24 A} \Rightarrow I_2 \simeq 7.3 \times 10^{-1} A$$

$$I_2 = \frac{n_2 e}{t} \Rightarrow 7.3 \times 10^{-1} A = \frac{n_2 \times 1.6 \times 10^{-19} C}{1 s} \Rightarrow n_2 \simeq 4.6 \times 10^{18}$$

$$\Delta q = I \cdot \Delta t \Rightarrow 60 = 5 \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = 12 h$$

$$q = 60 \times 3600 = 21600 C$$

هر Ah معادل $3600 C$ است بنابراین می‌توان نوشت:

۱۰۱) در مورد جریان الکتریکی متوسط داریم:



$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{250}{50} = 5A$$

جریان عبوری $5A$ است.

۱۰۲ فقط در شکل (پ) لامپ روشن می‌شود. در حالت کلی، زمانی جریان الکتریکی از یک مقاومت عبور می‌کند که دو سر آن اختلاف پتانسیلی وجود داشته باشد. می‌دانیم که رساناهای به هم متصل هم‌پتانسیل‌اند؛ بنابراین در شکل‌های (الف) و (ب) لامپ به یک نقطه از مدار و در نتیجه به یک پتانسیل متصل است.

۱۰۳ الف) بر اساس قانون اهم می‌دانیم $R = \frac{V}{I}$ است بنابراین در نمودار $I - V$ شیب خط یعنی $\frac{I}{V}$ نشان‌دهنده $\frac{1}{R}$ می‌باشد:

$$\frac{1}{R} = \frac{I}{V} = \text{شیب خط}$$

پس هر چه شیب خط بیشتر باشد مقاومت مربوط به آن کمتر است. یعنی:

$$\begin{cases} R_A < R_B \\ \text{شیب } A > \text{شیب } B \end{cases}$$

(ب)

$$\frac{1}{R} = \frac{I}{V} = \text{شیب خط} \Rightarrow \frac{I}{V} = \tan 37^\circ \Rightarrow \frac{3}{V} = \frac{3}{4} \Rightarrow V = 4V$$

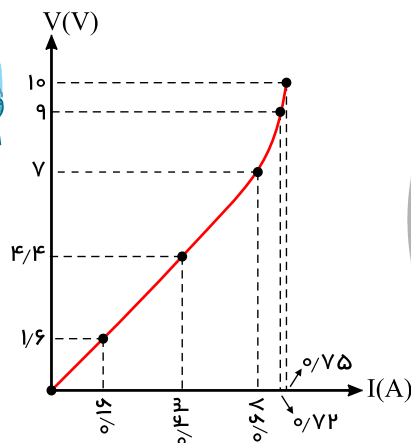
۱۰۴ باتری‌های قلمی آمپرساعت پایینی دارند؛ یعنی مقدار بار الکتریکی که می‌توانند تحت ولتاژ $1.5V$ در مدار به گردش درآورند، معمولاً در حد میلی آمپرساعت است. بنابراین اگرچه هشت باتری قلمی متوالی، ولتاژی معادل $12V$ در اختیار ما قرار می‌دهند، ولی نمی‌توانند جریان مورد نیاز برای استارت اتومبیل (چیزی در حدود 100 تا 150 آمپر) را تأمین کنند.

۱۰۵ همان‌طور که می‌دانیم $R = \frac{V}{I}$ است. پس شیب نمودار $V - I$ نشان‌دهنده R می‌باشد. ولی در این حالت نمودار I برحسب V رسم شده است؛ بنابراین شیب این نمودار برابر $\frac{I}{V}$ یعنی $\frac{1}{R}$ است. پس هر چه شیب خط کمتر باشد، اندازه مقاومت بیشتر است.

$$B \text{ شیب خط } > A \text{ شیب خط} \Rightarrow R_A > R_B$$

۱۰۶ ابتدا نمودار مورد نظر را رسم می‌کنیم:

در محدوده خطی یعنی در محدوده‌ای که نسبت $\frac{V}{I}$ برابر عدد ثابتی باشد، رفتار این مقاومت از قانون اهم پیروی می‌کند؛ بنابراین به‌طور تقریبی از صفر تا حدود $7V$ این مقاومت از قانون اهم پیروی می‌کند.



۱۰۷ در شکل (الف) پس از اتصال دریل معیوب به پریز برق، جریان الکتریکی از طریق بدنه دریل به دست شخص منتقل شده و مسیر خود را با عبور از بدن شخص و زمین می‌بندد و به این ترتیب شخص دچار برق‌گرفتگی می‌شود.

در شکل (ب) بدنه دریل با یک سیم جداگانه به زمین متصل شده است. در این وضعیت جریان الکتریکی از مسیر به‌وجودآمده با سیم سوم که اصطلاحاً سیم زمین نامیده می‌شود، بسته می‌شود و شخص استفاده‌کننده آسیبی نمی‌بیند.

۱۰۸

الف) از t_1 تا t_2 جریان متوسط برابر است با:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{8C - 4C}{2s - 1s} = \frac{4C}{1s} = 4A$$

ب

از $t_3 = 3s$ تا $t_4 = 5s$ مقدار بار کل عبوری از سطح مقطع سیم ثابت مانده است؛ پس، جریان عبوری از سیم صفر است:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{10C - 10C}{5s - 3s} = \frac{0}{2s} = 0$$

پ

از $t_5 = 6s$ تا $t_6 = 8s$ مقدار بار کل عبوری از سطح مقطع رسانا کاهش یافته است؛ پس، جهت جریان الکتریکی تغییر کرده است:

$$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{6C - 2C}{8s - 6s} = \frac{4C}{2s} = 2A$$



۱۰۹ ۲۰ ثانیه را برحسب ساعت به دست می‌آوریم:

$$۲۰s = ۲۰s \times \frac{1h}{۳۶۰۰s} = \frac{1}{180}h$$

$$\Delta q = \frac{1}{2} \times (۲۰ + ۱۶) \times \frac{1}{180} = ۰,۱Ah$$

۱۱۰ بار کل باتری برابر $۴۰۰mAh$ است؛ پس داریم:

$$q = \bar{I} \times \Delta t \Rightarrow ۴۰۰ \times 10^{-۳} Ah = ۲A \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{۴۰۰ \times 10^{-۳} Ah}{۲A} = ۰,۲h$$

اما زمان برحسب دقیقه خواسته شده است؛ پس، این زمان برحسب دقیقه برابر است با:

$$۰,۲h \times \frac{۶۰min}{1h} = ۱۲min$$

پس از این زمان چون باتری تخلیه می‌شود، لامپ خاموش می‌شود.

۱۱۱

(الف)

$$\Delta q = ۵۰Ah, I = ۵A, \Delta t = ?$$

$$\Delta q = I \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{۵۰}{۵} \Rightarrow \Delta t = ۱۰h$$

(ب)

$$\Delta q = ۱۰۰۰mAh = 1Ah, I = ۱۰۰\mu A = ۱۰۰ \times 10^{-۶} A = 10^{-۴} A, \Delta t = ?$$

$$\Delta t = \frac{\Delta q}{I} = \frac{1}{10^{-۴}} \Rightarrow \Delta t = 10^۴ h$$

خوب است بدانید ۱۰۰۰۰ ساعت زمانی در حدود یک سال است. یعنی یک سال طول می‌کشد تا باتری خالی شود.

۱۱۲

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 1 \times \frac{۴}{۲} = ۲$$

$$R = \rho \frac{L}{A} = ۱,۷ \times 10^{-۸} \times \frac{10}{1 \times (10^{-۳})^2} \Rightarrow R = ۰,۱۷\Omega$$

۱۱۳

(الف)

$$R = \rho \frac{L}{A} = ۱,۷ \times 10^{-۸} \times \frac{۵}{۲ \times 1 \times (10^{-۳})^2} = ۰,۴۲۵\Omega$$

روش دیگر: با توجه به جواب قسمت الف و نصف شدن طول سیم و دو برابر شدن مساحت می‌توان گفت که مقاومت در حالت دوم $\frac{1}{۴}$ حالت اول است:

$$R = \frac{۰,۱۷}{۴} = ۰,۰۴۲۵\Omega$$

۱۱۴

$$\rho_2 = \rho_1 (1 + \alpha \Delta T) = ۶,۸ \times 10^{-۵} (1 + ۲ \times 10^{-۳} \times ۱۰۰) = ۸,۲ \times 10^{-۵} \Omega \cdot m$$

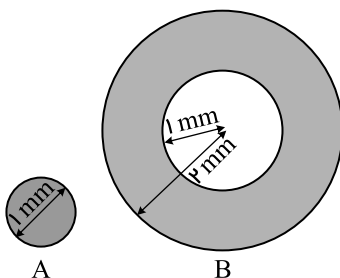
۱۱۵ با فرض ثابت بودن دما، داریم:

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

بنابراین برای دو مقاومت A و B می‌توان نوشت:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\frac{L_A}{A_A}}{\frac{L_B}{A_B}} = \frac{A_B}{A_A} \cdot \frac{L_A}{L_B} = \frac{\pi r_{\text{خارجی}}^2 - \pi r_{\text{داخلی}}^2}{\pi r_A^2}$$

$$\Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{(۲)^۲ - (۱)^۲}{(\frac{1}{۲})^۲} = \frac{۳ - ۱}{\frac{1}{۴}} = ۱۲$$



توجه: چون شعاع‌ها همگی برحسب میلی‌متر هستند و در صورت و مخرج قرار دارند، نیازی به تبدیل واحد نیست.

۱۱۶



الف اختلاف پتانسیل

ب معکوس مقاومت الکتریکی ($\frac{1}{R}$)

پ $\frac{1}{K}$ یا $\frac{1}{C}$

ت اهم سنج

ث دما

۱۱۷

الف مستقیم

ب LDR

پ جهت

ت دیود

ث کمتر

ج زیاد

۱۱۸ الف ۲

ب ۴

پ ۱

۱۱۹ مقاومت‌های نوری یا LDR نوعی مقاومت الکتریکی حساس به نور هستند به‌طوری که با افزایش شدت نور تابیده شده به آن‌ها، از مقاومتشان کاسته می‌شود و مقاومت اولیه آن‌ها در تاریکی چندین مگا اهم است. از این مقاومت‌ها می‌توان برای کنترل عبور جریان از مدارهای الکتریکی که تابش نور به آن‌ها اهمیت دارد استفاده کرد. بعنوان مثال کنترل روشن و خاموش شدن چراغ‌های روشنایی خیابان‌ها، چشم‌های الکترونیکی، دزدگیرها و کنترل‌کننده‌های خودکار از کاربردهای LDR هستند.

۱۲۰ نوعی از مقاومت است که مقاومت الکتریکی آن به دما وابسته است و این وابستگی با مقاومت‌های معمولی متفاوت است. از این مقاومت‌ها بعنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر آتش و دماپاها و دماسنج‌ها استفاده می‌شود (ترمیستورها از نیمه‌هادی‌ها ساخته می‌شوند) ترمیستورها در دو نوع NTC و PTC دسته‌بندی می‌شوند در نوع NTC با افزایش دما مقاومت ترمیستور کاهش می‌یابد (N مخفف نگاتیو است) و در نوع PTC با افزایش دما مقاومت افزایش می‌یابد (p مخفف پزیتیو است).

۱۲۱ الف) کد قرمز معادل عدد ۲، کد سبز معادل عدد ۵ و کد قهوه‌ای معادل عدد ۱ می‌باشد پس:

$$R = \bar{ab} \times 10^n = 25 \times 10^1 = 250 \Omega$$

ب) حلقه طلایی به معنی تolerانس ۵ درصدی است یعنی عدد این مقاومت می‌تواند $(250 \times 0.05) \pm$ اهم با مقدار ۲۵۰ اهم متفاوت باشد. به عبارت دیگر:

$$R = 250 \pm (0.05 \times 250) = 250 \pm 12.5 \Omega$$

۱۲۲ الف) در دماهای پایین تعداد حامل‌های بار ناچیز است و نیم‌رسانا مانند یک نارسانا رفتار می‌کند. با افزایش دما بر تعداد این حامل‌های بار افزوده می‌شود و به این ترتیب مقاومت ویژه نیم‌رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد.

ب) هنگام عبور جریان از یک نیم‌رسانا که سبب گرم شدن آن می‌شود، مقاومت الکتریکی آن کاهش می‌یابد. کم شدن مقاومت (با توجه به ثابت ولتاژ) سبب افزایش جریان عبوری از نیم‌رسانا می‌شود که خود سبب گرم‌تر شدن نیم رسانا و در نتیجه کاهش بیشتر مقاومت می‌شود. این سیکل می‌تواند با ادامه یافتن سبب سوختن وسیله شود مگر آن‌که آن را با فن خنک کنیم.

۱۲۳

$$R_T = 4R_1, \quad \Delta\theta = 100 - 25 = 75^\circ C$$

$$R_T = R_1 (1 + \alpha \Delta\theta) \Rightarrow 4R_1 = R_1 (1 + \alpha \times 75) \Rightarrow 1 + 75\alpha = 4$$

$$\Rightarrow 75\alpha = 3 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{25} = 0.04 \frac{1}{^\circ C}$$

۱۲۴

$$R_T = R_1 (1 + \alpha \Delta\theta) \Rightarrow \Delta R = R_1 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta$$

$$\Rightarrow 180 = R_1 \times 0.006 \times (40 - (-10)) \Rightarrow R_1 = \frac{180}{0.078} = 2307.69 \Omega$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow L = \frac{RA}{\rho} = \frac{600 \times 10 \times 10^{-6}}{8 \times 10^{-8}} \Rightarrow L = 750 \text{ km}$$

۱۲۵ با داشتن اختلاف پتانسیل و جریان عبوری از لامپ، می‌توان مقاومت لامپ روشن را محاسبه کرد:

$$V = RI \Rightarrow R_{\text{لامپ روشن}} = \frac{2.9}{0.3} = 9.67 \Omega$$

$$R_T = R_1 (1 + \alpha \Delta\theta) \Rightarrow 9.67 = 1.1 (1 + 4.5 \times 10^{-3} (\theta_T - 20))$$

اکنون داریم:



$$\Rightarrow \theta_r - 20 = \frac{7,79}{4,5 \times 10^{-3}} = 1731,3 \Rightarrow \theta_r = 1751,3^\circ C$$

الف) در این حالت که مسیر کوتاه‌تر است، از سیم نمره ۲۰ استفاده می‌شود؛ یعنی قطر سیم $0,8 \text{ mm}$ است و داریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1,7 \times 10^{-8} \times \frac{30}{\pi(0,04 \times 10^{-2})^2} \simeq 1,01 \Omega$$

$$\rho_{\text{مس}} = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$$

ب) در این حالت که طول سیم ۷۰ متر است، از سیم ۱۶ با قطر $0,13 \text{ mm}$ استفاده می‌شود:

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1,7 \times 10^{-8} \times \frac{70}{\pi(0,065 \times 10^{-2})^2} \simeq 0,9 \Omega$$

۱۲۷

الف) درست

ب) نادرست؛ از ترمیستورها به‌عنوان حسگر دما در مدارهای حساس به دما مانند زنگ خطر استفاده می‌شود.

پ) درست

ت) درست

ث) نادرست؛ نیروی محرکه الکتریکی با تغییر جریان تغییر نمی‌کند. نمودار ε برحسب I به‌صورت روبه‌رو است:



ج) نادرست؛ قاعده حلقه چیزی جز پایداری انرژی نیست.

۱۲۸) شیب نمودار $V - I$ طبق رابطه $V = RI$ ، مقاومت سیم را نشان می‌دهد. چون شیب در حالت (۱) بیشتر است، مقاومت رسانا در دمای θ_1 بیشتر است. با توجه به این، هر چه دما بالاتر باشد، مقاومت بیشتر است. بنابراین θ_1 باید بیشتر از θ_2 باشد.

شیب نمودار (۲) $>$ شیب نمودار (۱): در نمودار V برحسب I

$$\rightarrow R_1 > R_2 \Rightarrow \theta_1 > \theta_2$$

۱۲۹) وقتی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها یکسان باشد، هر چه مقاومت کمتر باشد، جریان بیشتری از رسانا می‌گذرد؛ پس باید به دنبال کوچک‌ترین مقاومت بگردیم. برای

این کار به کمک رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ مقاومت این سه سیم را محاسبه می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= \frac{\rho_1 L_1}{A_1} = \frac{\rho_r L}{\frac{A}{2}} = \frac{2\rho_r L}{A} \\ R_2 &= \frac{\rho_2 L_2}{A_2} = \frac{\rho_r \times (1,5L)}{\frac{A}{2}} = \frac{3\rho_r L}{A} \\ R_3 &= \frac{\rho_3 L_3}{A_3} = \frac{\rho_r L}{A} \end{aligned} \right\} \Rightarrow R_2 > R_1 = R_3$$

با توجه به رابطه $I = \frac{V}{R}$

$$R_2 > R_1 = R_3 \Rightarrow I_2 < I_3 = I_1$$

۱۳۰) شکل سمت راست، می‌دانیم دیود، یک‌سوکننده جریان است و فقط جریان‌هایی که هم‌جهت با جهت پیکان دیود هستند از آن عبور می‌کنند. بنابراین در شکل سمت راست که جریان ساعتگرد است، جریانی از دیود عبور می‌کند.

۱۳۱

$$R = \frac{\rho L}{A} \rightarrow R = 1,7 \times 10^{-8} \times \frac{100}{\pi(\frac{0,32}{2} \times 10^{-3})^2} \simeq 0,52 \Omega$$

الف) با توجه بزرگ‌تر بودن مولد ε_1 ، جهت جریان در مدار ساعتگرد است. حال به محاسبه جریان مدار می‌پردازیم. با چرخش از نقطه A در جهت جریان داریم:

$$\cancel{V_A} + \varepsilon_1 - r_1 I - RI - r_2 I - \varepsilon_2 = \cancel{V_A}$$

$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{R + r_1 + r_2} \Rightarrow I = \frac{6 - 3}{1,5 + 0,5 + 1} = 1 \text{ A}$$

جریان از سر مثبت مولد ε_1 خارج می‌شود؛ بنابراین:



$$V_1 = \varepsilon_1 - r_1 I \Rightarrow V_1 = 6 - 0.5 \times 1 = 5.5V$$

مولد ε_2 در حالت شارژ شدن قرار دارد، یعنی جریان از سر مثبت آن وارد می‌شود و داریم:

$$|V_2| = \varepsilon_2 + r_2 I = 3 + 1 \times 1 = 4V$$

(ب) کافی است از نقطه A تا زمین، در جهت جریان حرکت کنیم:

$$V_A + \varepsilon_1 - r_1 I - RI = 0 \Rightarrow V_A = -6 + 0.5 \times 1 + 1.5 \times 1 \Rightarrow V_A = -4V$$

(الف) با توجه به هم‌جهت بودن مولدها و خروج جریان از سر مثبت مولدها بصورت پادساعت‌گرد است:

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r_1 + r_2 + R_1 + R_2} = \frac{6 + 10}{1 + 1 + 2 + 4} = \frac{16}{8} = 2A$$

$$P_2 = R_2 I^2 \Rightarrow P_2 = 4 \times (2)^2 = 16W \quad (ب)$$

(ج) توان خروجی مولد ε_2 به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\underbrace{V_2 I}_{\text{توان خروجی مولد } \varepsilon_2} = \underbrace{\varepsilon_2 I}_{\text{توان تولیدی مولد } \varepsilon_2} - \underbrace{r_2 I^2}_{\text{توان مصرفی در مقاومت درونی مولد } \varepsilon_2} = 10 \times 2 - 1 \times (2)^2 = 16W$$

(۱۳۳) با توجه به اینکه $\varepsilon_1 = 14V$ است و از بقیه مولدهای مدار و حتی از مجموع آنها بزرگتر است، جریان در مدار از سر مثبت مولد ε_1 خارج می‌شود. (جریان پادساعت‌گرد است.)

اکنون با چرخش از نقطه A و در جهت جریان مدار داریم:

$$\cancel{V_A} - R_1 I + \varepsilon_1 - r_1 I - R_2 I - R_3 I - r_2 I - \varepsilon_2 - R_4 I - \varepsilon_3 = \cancel{V_A}$$

$$\Rightarrow I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + r_1 + r_2} \Rightarrow I = \frac{14 - 2 - 4}{4 + 3 + 1.5 + 2 + 1 + 0.5}$$

$$\Rightarrow I = \frac{8}{12} = \frac{2}{3} A \approx 0.67A$$

برای محاسبه اختلاف پتانسیل $V_B - V_A$ با حرکت از A تا B در جهت جریان، داریم:

$$V_B - r_2 I - \varepsilon_2 - R_4 I - \varepsilon_3 = V_A$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + r_2 I + R_4 I = 4 + 2 + \frac{1}{3} + 2$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = 8.33V$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{2 + 1} = \frac{12}{3} = 4A$$

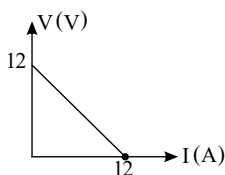
$$V = \varepsilon - rI = 12 - 1 \times 4 = 12 - 4 = 8V \quad (ب)$$

راه دیگر آن است که بدانیم ولتاژ دو سر مولد همان ولتاژ دو سر R است یعنی:

$$V = RI = 2 \times 4 = 8V$$

(ج) با توجه به آن که مقدارهای ε و r ثابت هستند می‌توان رابطه مربوط به ولتاژ دو سر مولد را به صورت کلی روبرو نوشت:

$$V = \varepsilon - rI \Rightarrow V = 12 - I \Rightarrow V = -I + 12$$



این رابطه نشان می‌دهد که نمودار $V - I$ خطی با شیب (-1) و عرض از مبدأ ۱۲ است:

(۱۳۶) در این مشابهت‌سازی، دست شخص جایگزین منبع نیروی محرکه الکتریکی شده است و انرژی پتانسیل لازم برای حرکت روبه‌پایین تپله‌ها را فراهم می‌کند. میخ‌ها نیز جایگزین اتم‌ها و مولکول‌های قرارگرفته سر راه حرکت الکترون‌های آزاد شده‌اند.

به این ترتیب تپله‌ها با رها شدن از بالای سطح شیبدار، به‌خاطر وجود اختلاف ارتفاع رو به پایین حرکت می‌کنند، ولی در بین راه با برخورد به میخ‌ها بخشی از انرژی خود را از دست می‌دهند و این کاملاً مشابه وضعیت حرکت الکترون‌های آزاد درون یک سیم، تحت تأثیر اختلاف پتانسیل الکتریکی است.

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R + \sum r} = \frac{(18V) - (6V)}{(1\Omega) + (2\Omega) + (5\Omega) + (1\Omega) + (2\Omega)} = \frac{12V}{12\Omega} = 1A$$

$$U = RI^2 t = (3\Omega)(1A)^2(10s) = 30J$$

$$P_1 = r_1 I^2 = (1\Omega)(1A)^2 = 1W$$

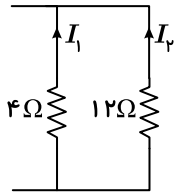


پ) جریان در مدار پادساعتگرد است.

$$V_A - IR_p - Ir_p - \varepsilon_p = V_B$$

$$V_A - (1A)(2\Omega) - (1A)(1\Omega) - (6V) = V_B \Rightarrow V_A - (2V) - (1V) - (6V) = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 9V$$

۱۳۸

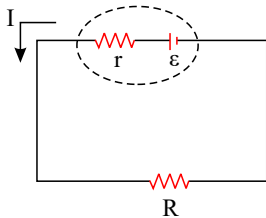


الف

$$\frac{I_p}{I_1} = \frac{R_1}{R_p} \rightarrow \frac{I_p}{I_1} = \frac{4}{12} \Rightarrow I_1 = 3I_p \xrightarrow{I_1 + I_p = 4} I_p = 1A$$

$$I = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_p}{R_{eq} + r_1 + r_p} \rightarrow 4 = \frac{60 - \varepsilon_p}{10 + 2} \Rightarrow \varepsilon_p = 12V$$

۱۳۹) اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری وقتی به مدار بسته نیست، همان نیروی محرکه الکتریکی آن است. بنابراین: $\varepsilon = 12V$



اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مقاومت و مولد یکسان هستند:

$$V = RI \Rightarrow 10.9 = 10 \cdot I \Rightarrow I = \frac{10.9}{10} = 1.09A$$

اکنون می‌توان نوشت:

$$V = \varepsilon - rI$$

$$1.09 = 12 - r \times 1.09 \Rightarrow 1.09r = 1.1 = 1.009 \Rightarrow r \simeq 1\Omega$$

۱۴۰) از رابطه $V = \varepsilon - rI$ کمک می‌گیریم. وقتی کلید باز است، یعنی $I = 0$ است و ولتسنج همان ε را نشان می‌دهد، ولی اگر کلید بسته شود و جریان برقرار شود، آنگاه به اندازه rI از مقدار ε کم می‌شود و ولتسنج مقدار V را که از ε کوچک‌تر است، نشان می‌دهد.

۱۴۱) الف) با توجه به اطلاعات اسمی نوشته‌شده روی وسیله‌ها:

$$P_{\text{کتری}} = VI_{\text{کتری}} \Rightarrow I_{\text{کتری}} = \frac{2400}{220} = 10.91A$$

$$P_{\text{آب}} = VI_{\text{آب}} \Rightarrow I_{\text{آب}} = \frac{850}{220} = 3.86A$$

ب) به کمک رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ می‌توان مقاومت‌ها را در حالت روشن محاسبه کرد:

$$P_{\text{کتری}} = \frac{V^2}{R_{\text{کتری}}} \Rightarrow R_{\text{کتری}} = \frac{(220)^2}{2400} = 20.17\Omega$$

$$P_{\text{آب}} = \frac{V^2}{R_{\text{آب}}} \Rightarrow R_{\text{آب}} = \frac{(220)^2}{850} = 56.94\Omega$$

۱۴۲) الف) با فرض آنکه توان مصرفی تلویزیون $150W$ و توان مصرفی لامپ $20W$ باشد، داریم:

$$U_{\text{تلویزیون}} = P_{\text{تلویزیون}} t \Rightarrow U_{\text{تلویزیون}} = \frac{150}{1000} \times (30 \times 8) = 36kWh$$

$$U_{\text{لامپ}} = P_{\text{لامپ}} t \Rightarrow U_{\text{لامپ}} = \frac{20}{1000} \times (30 \times 8) = 4.8kWh$$

تومان $36 \times 50 = 1800$ بهای برق مصرفی تلویزیون

تومان $4.8 \times 50 = 240$ بهای برق مصرفی لامپ

پ) برای یک خانه:



$$U = Pt \Rightarrow U = \frac{100}{1000} \times (3 \times 30) \Rightarrow U = 9kWh$$

فرض می‌کنیم در تهران حدود ۳ میلیون خانه وجود دارد:

$$U = 9 \times 3 \times 10^6 = 27 \times 10^6 kWh$$

۱۴۳ می‌دانیم که $R = \rho \frac{L}{A}$ است. چون طول و جنس رشته‌ها یکسان است، لامپی که رشته آن ضخیم‌تر باشد، سطح مقطع سیم آن بزرگتر است و مقاومت کمتری دارد.

پس:

$$A_B > A_A \Rightarrow R_B < R_A$$

به‌ازای اختلاف پتانسیل یکسان، از مقاومت کوچکتر جریان بزرگتری عبور می‌کند. جریان بزرگتر به معنی توان بزرگتر و در نتیجه نور بیشتر است (با توجه به رابطه $P = VI$):

$$\left. \begin{array}{l} V_A = V_B \\ R_B < R_A \\ V = RI \end{array} \right\} \Rightarrow I_B > I_A \Rightarrow P_B > P_A$$

از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ نیز می‌توان استفاده کرد. پس توان لامپی بیشتر است که مقاومت کمتری دارد. در نتیجه نور لامپ B بیشتر است.

۱۴۴ الف)

$$\Delta U = q \cdot \Delta V$$

$$1 \times 10^9 = q \times 5 \times 10^7 \Rightarrow q = \frac{10^9}{5 \times 10^7} = 20 \text{ C}$$

ب)

$$I = \frac{q}{t} = \frac{20}{0.2} = 100 \text{ A}$$

پ)

$$P = \frac{U}{t} = \frac{1 \times 10^9}{0.2} = 5 \times 10^9 W$$

۱۴۵ مقداری آب به جرم m و دمای θ_1 را درون یک گرماسنج قرار می‌دهیم. مداری شامل یک گرمکن الکتریکی، آمپرسنج و منبع تغذیه با ولتاژ معین تشکیل داده و گرمکن را داخل گرماسنج می‌گذاریم. گرمکن را برای مدت زمان مشخصی روشن و جریان عبوری و ولتاژ اعمال شده به مدار را اندازه‌گیری می‌کنیم. سپس با کمک دماسنج تغییر دمای آب را اندازه‌گیری می‌کنیم. مشاهده می‌شود که گرمای لازم برای تغییر دمای آب ($Q = mc\Delta\theta$) با انرژی مصرفی گرمکن ($Q = VIt$) مصرفی برابر است.

۱۴۶

طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$ ابتدا جریان مدار را محاسبه می‌کنیم، سپس توان تولیدی مولد را می‌یابیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{5.6 + 0.4} = 2 \text{ A}$$

$$P = \varepsilon I = 12 \times 2 = 24 \text{ W}$$

$$P_O \Rightarrow R_1 = r = 4\Omega$$

۱۴۷ نکته: وقتی توان خروجی بیشینه است که $R = r$ باشد.

در حالت اول که مقاومت رنوستا 4Ω است و توان خروجی بیشینه است می‌توان نتیجه گرفت:

با توجه به رابطه توان خروجی بیشینه و مقادیر داده‌شده خواهیم داشت:

$$\left(\text{توان خروجی بیشینه از یکی از رابطه‌های } rI^2 \text{ یا } \frac{\varepsilon^2}{4r} \text{ به دست می‌آید.} \right)$$

$$P_{O_{\max}} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{\varepsilon^2}{4R} \Rightarrow 100 = \frac{\varepsilon^2}{4 \times 4} \Rightarrow \varepsilon^2 = 1600 \Rightarrow \varepsilon = 40 \text{ V}$$

اگر مقاومت رنوستا به 6Ω برسد، شدت جریان عبوری در مدار برابر خواهد بود با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \Rightarrow I = \frac{40}{6 + 4} = \frac{40}{10} = 4 \text{ A}$$

$$P_O = RI^2 = 6 \times 16 = 96 \text{ W}$$

و توان خروجی با تغییر مقاومت رنوستا برابر است با:

درصد تغییرات توان خروجی را به‌صورت مقابل به دست می‌آوریم:

$$\frac{\Delta P_O}{P_{O_{\max}}} \times 100 = \frac{(96 - 100)}{100} = -4\%$$

علامت منفی، کاهش تغییرات را نشان می‌دهد.

۱۴۸ برای به دست آوردن توان خروجی اصلاً کار سختی نداریم:

$$P_{\text{خروجی باتری}} = \varepsilon I - rI^2 = (12V)(2A) - (2\Omega)(2A)^2 = 24W - 8W = 16W$$

برای به دست آوردن توان مصرفی در مقاومت هم کار سختی نداریم:



$$P_{\text{مصرفی مقاومت}} = RI^2 = (4\Omega)(2A)^2 = 16W$$

همان طور که براساس پایستگی انرژی انتظار داریم، توان مصرفی در مقاومت برابر توان خروجی در باتری است. این به معنای این است که انرژی تولیدشده در باتری در مقاومت مصرف می‌شود.

۱۴۹) توان تلف شده در باتری از رابطه rI^2 محاسبه می‌شود:

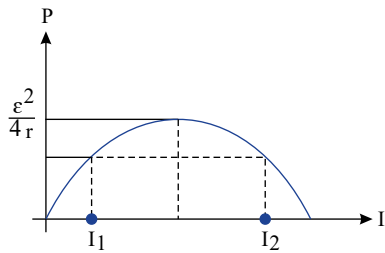
$$rI_1^2 - rI_2^2 = -14 \Rightarrow r(9 - 16) = -14 \Rightarrow r = 2\Omega$$

$$I_1 = 4A \rightarrow P_1 = \varepsilon I_1 - rI_1^2 = 4\varepsilon - 2 \times 16$$

$$I_2 = 3A \rightarrow P_2 = \varepsilon I_2 - rI_2^2 = 3\varepsilon - 2 \times 9$$

$$P_2 - P_1 = 2W \Rightarrow 3\varepsilon - 18 - (4\varepsilon - 32) = 2 \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

۱۵۰



$$I = \frac{I_1 + I_2}{2} = \frac{4 + 8}{2} = 6$$

$$I = 6A$$

شدت جریانی که توان مفید به ازای آن ماکزیمم است، برابر است با: $I = \frac{\varepsilon}{2r}$

$$P = \varepsilon I - rI^2 \xrightarrow{I = \frac{\varepsilon}{2r}} P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

$$\begin{cases} 6 = \frac{\varepsilon}{2r} \\ \frac{\varepsilon^2}{4r} = 72 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r = 2\Omega \\ \varepsilon = 24 \text{ ولت} \end{cases}$$

۱۵۱) ابتدا با توجه به اختلاف پتانسیل دو سر باتری، مقاومت درونی را محاسبه می‌کنیم. سپس توان تلف شده توسط مقاومت درونی مولد را می‌یابیم:

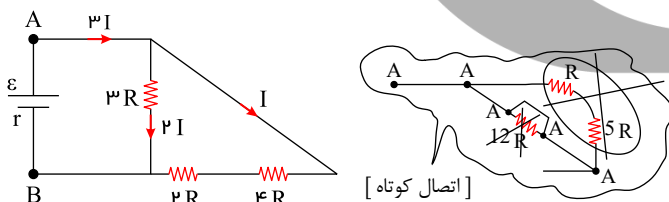
$$V = \varepsilon - rI \rightarrow 18 = 20 - rI \rightarrow rI = 2 \rightarrow \frac{20 \cdot r}{36 + r} = 2 \rightarrow r = 4\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \rightarrow I = \frac{20}{36 + 4} = \frac{20}{40} = 0.5A$$

$$P_{\text{تلف شده}} = rI^2 = 4 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 1W$$

۱۵۲

گام اول: مقاومت‌های $12R$ و R و $5R$ اتصال کوتاه شده، از مدار حذف می‌شوند:



گام دوم: فرض کنید جریان گذرنده از مقاومت $4R$ برابر I باشد. آن‌گاه:

$$4R \text{ توان مصرفی } \rightarrow P = (4R)I^2 = 8W \rightarrow \boxed{RI^2 = 2W}$$

گام سوم: مقاومت معادل مدار:

$$R_{eq} = \frac{3R \times 6R}{3R + 6R} = 2R$$

حال می‌دانیم که توان خروجی (مفید) مولد برابر با توان مصرفی کل مقاومت‌های خارجی مدار است، یعنی:

$$P_T = R_{eq}(3I)^2 = (2R)(9I^2) \rightarrow P_T = 18(RI^2) = 18 \times 2 = 36W \rightarrow P_T = 36W$$

۱۵۳) الف) در حالت کلی داریم:

$$P_{\text{خروجی}} = \varepsilon I - rI^2$$

$$\begin{cases} 9.5 = \varepsilon \times 5 - r \times (5)^2 \\ 12.6 = \varepsilon \times 7 - r \times (7)^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5\varepsilon - 25r = 9.5 \\ 7\varepsilon - 49r = 12.6 \end{cases}$$



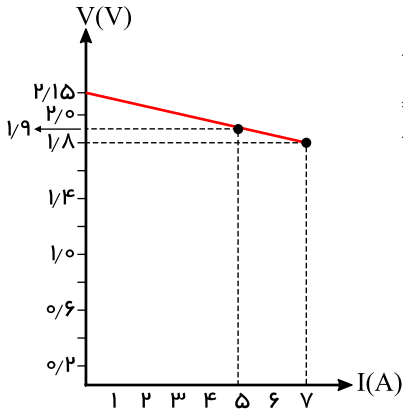
با حل دستگاه معادلات فوق داریم:

$$175r - 245r = -66.5 + 63 \Rightarrow 70r = 3.5 \Rightarrow r = 0.05\Omega$$

با جاگذاری $r = 0.05\Omega$ در یکی از معادلات:

$$5\varepsilon - 25 \times 0.05 = 9.5 \Rightarrow \varepsilon = 2.15V$$

(ب) برای رسم نمودار، ابتدا اختلاف پتانسیل را در هر حالت محاسبه می‌کنیم:

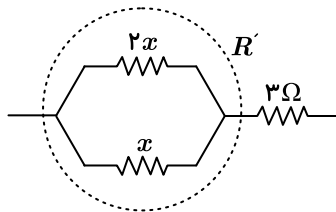


$$V_1 = \varepsilon - rI_1 = 2.15 - 0.05 \times 5$$

$$\Rightarrow V_1 = 1.9V$$

$$V_7 = \varepsilon - rI_7 = 2.15 - 0.05 \times 7 = 1.8V$$

۱۵۴ دو مقاومت $2x$ و x با هم موازی و مجموعه آنها با مقاومت ۳ اهمی متوالی است؛ بنابراین، با توجه به شکل زیر داریم:

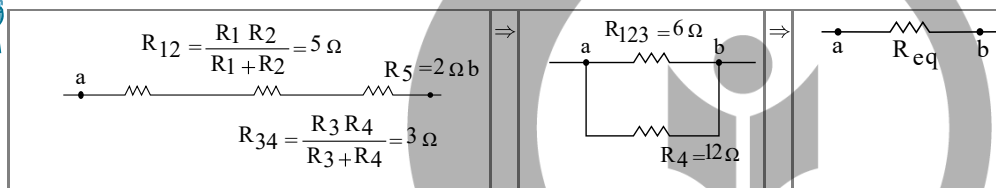


$$R' = \frac{2x \times x}{2x + 2x} = \frac{2x^2}{4x} = \frac{x}{2} \Rightarrow R_{eq} = R' + 3\Omega$$

$$\Rightarrow 7\Omega = R' + 3\Omega \Rightarrow R' = 7\Omega - 3\Omega = 4\Omega$$

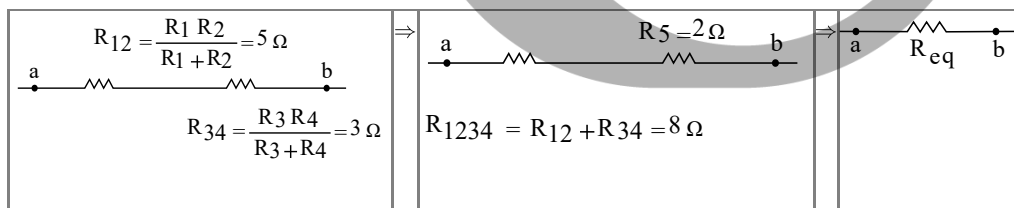
$$\Rightarrow \frac{x}{2} = 4\Omega \Rightarrow x = \frac{4\Omega}{\frac{1}{2}} = 8\Omega$$

۱۵۵ (الف)



$$R_{eq} = \frac{R_f \times R_{1234}}{R_f + R_{1234}} = 4\Omega$$

(ب)



$$R_{eq} = R_{1234} + R_5 = 10\Omega$$

توضیح: برای دو مقاومت موازی:

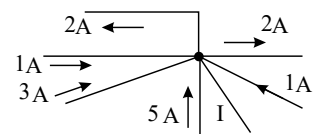
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

۱۵۶ باید به دو نکته توجه کرد. اول آنکه رساناهای به هم متصل هم‌پتانسیل هستند یعنی تمام محل‌های اتصال نشان داده شده در شکل را می‌توان یک نقطه فرض کرد و دوم آنکه طبق قاعده انشعاب جمع جریان‌های وارد شده به یک گره یا انشعاب با جمع جریان‌های خارج شده از آن برابر است:

بدون توجه به I می‌توان نوشت:

$$\text{جمع جریان‌های ورودی} = 1 + 3 + 5 + 1 = 10A$$

$$\text{جمع جریان‌های خروجی} = 2 + 2 = 4A$$



بنابراین جریان I باید برابر با $6A$ و به سمت خروج از گره باشد. $I = 6A$

۱۵۷ (الف) مقاومت‌های R_1 و R_2 متوالی و مقاومت معادل آنها با مقاومت R_p موازی است. همچنین مقاومت‌های R_3 و R_4 متوالی و مقاومت معادل آنها با مقاومت معادل سه

مقاومت بالا موازی است. بنابراین:



$$R_{12} = R_1 + R_2 = 8 + 8 = 16\Omega, \quad R_{25} = R_2 + R_5 = 8 + 8 = 16\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{25}} = \frac{1}{16} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} = \frac{4}{16} \Rightarrow R_{eq} = \frac{16}{4} = 4\Omega$$

ب) مقاومت‌های R_1 و R_2 متوالی و مقاومت معادل آنها با R_3 موازی و همچنین مقاومت معادل این سه مقاومت با مقاومت R_5 متوالی و مقاومت معادل کل آنها، با مقاومت R_4 موازی است. بنابراین:

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 8 + 8 = 16\Omega$$

$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{16} + \frac{1}{8} = \frac{3}{16} \Rightarrow R_{123} = \frac{16}{3}\Omega$$

$$R_{1235} = R_{123} + R_5 = \frac{16}{3} + 8 = \frac{40}{3}\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{1235}} + \frac{1}{R_4} = \frac{3}{40} + \frac{1}{8} = \frac{1}{16} \Rightarrow R_{eq} = 16\Omega$$

۱۵۸

$$R_1 = \frac{3}{4}R, \quad R_2 = \frac{1}{4}R$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow \frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{\frac{3}{4}R} + \frac{1}{\frac{1}{4}R} = \frac{4}{3R} + \frac{4}{R} = \frac{16}{3R}$$

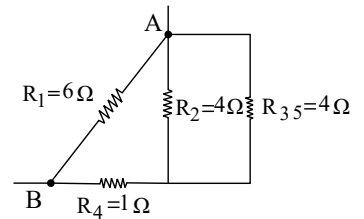
$$\Rightarrow \frac{1}{R_{AB}} = \frac{16}{3R} \Rightarrow R_{AB} = \frac{3}{16}R$$

۱۵۹ با دقت در شکل می‌بینیم که مقاومت‌های R_3 و R_5 با هم سری هستند چون انشعابی بین آنها نیست:

$$R_{35} = R_3 + R_5 = 2 + 2 = 4\Omega$$

$$\frac{1}{R_{235}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{35}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} \Rightarrow R_{235} = 2\Omega$$

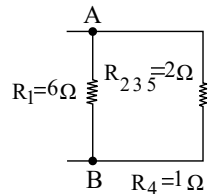
اکنون مشاهده می‌شود R_3 با R_{35} موازی هستند:



مقاومت‌های R_2 و R_{35} با هم سری هستند و حاصل در نهایت با R_1 موازی است:

$$R_{235} = R_2 + R_{35} = 1 + 2 = 3\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{235}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{2}{6} \Rightarrow R_{eq} = 3\Omega$$



۱۶۰ اگر یکی از لامپ‌های متوالی بسوزد، در واقع مسیر عبور جریان قطع می‌شود؛ یعنی دیگر جریان نمی‌تواند از بقیه لامپ‌ها عبور کند و همگی خاموش می‌شوند. به همین دلیل در خودروها وسایل به صورت موازی به منبع نیروی محرکه الکتریکی متصل می‌شوند، تا با از کار افتادن یکی، بقیه از کار نیفتند.

۱۶۱ دو مقاومت R_1 و R_2 با هم موازی اند پس:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow V_{ab} = R_{eq} \cdot I = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I$$

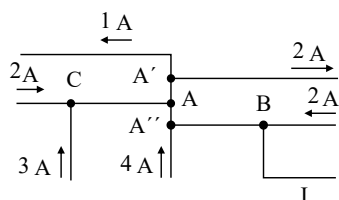
با داشتن V_{ab} که مربوط به دو سر هر یک از R_1 و R_2 است می‌توان جریان هر یک را محاسبه کرد:

$$V_{ab} = R_1 I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{V_{ab}}{R_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$$

$$V_{ab} = R_2 I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{V_{ab}}{R_2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

(در حالت کلی برای دو مقاومت موازی ابتدا $\frac{I}{R_1 + R_2}$ را پیدا می‌کنیم سپس برای پیدا کردن جریان عبوری از R_1 عبارت $\frac{I}{R_1 + R_2}$ را در R_2 (دیگری) ضرب می‌کنیم و برای پیدا کردن جریان عبوری از R_2 عبارت $\frac{I}{R_1 + R_2}$ را در R_1 (مقاومت دیگر) ضرب می‌کنیم.)

۱۶۲



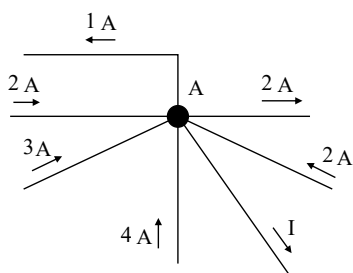
از آنجا که رساناهای به هم متصل همپتانسیل هستند، می‌توان نقطه‌های A ، B ، C ، A' و A'' را یک نقطه در نظر گرفت و همگی را همان گره A فرض کرد.

$$A \text{ گره } = \text{جریان‌های وارد شده به گره } A = 2 + 2 + 3 + 4 = 11A$$

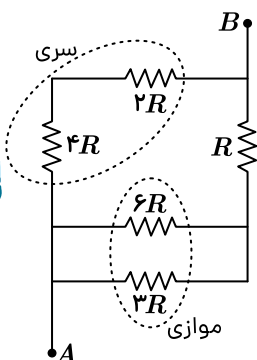
$$A \text{ گره } = \text{جریان‌های خارج شده از گره } A = 2 + 1 = 3A$$

$$I + 3 = 11 \Rightarrow I = 8A$$

پس I هم باید از A خارج شده باشد:

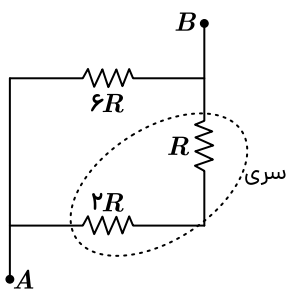


۱۶۳ مدار داده شده در شکل را به صورت زیر در چند مرحله ساده می‌کنیم:



$2R$ ، $4R$ سری هستند. $2R + 4R = 6R$

$6R$ ، $3R$ موازی هستند. $\frac{6R \times 3R}{6R + 3R} = 2R$



$2R$ ، $3R$ موازی هستند. $2R + 3R = 5R$

$5R$ ، $6R$ موازی هستند. $\frac{5R \times 6R}{5R + 6R} = 2R$

بنابراین $R_T = 2R = 6\Omega$ خواهد بود.

۱۶۴ در مقاومت‌های موازی، اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت با اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه یکسان است؛ پس، ابتدا مقاومت معادل دو سر مجموعه را به دست می‌آوریم:

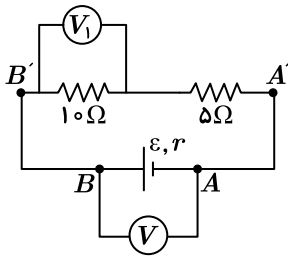
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{12\Omega} + \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = \frac{1+3+2}{12\Omega} = \frac{6}{12\Omega} \Rightarrow R_{eq} = \frac{12\Omega}{6} = 2\Omega$$

حالا عددی را که آمپر سنج نشان می‌دهد، محاسبه می‌کنیم:

$$V_{\text{کل}} = R_{eq} I \Rightarrow (10V) = (2\Omega) I \Rightarrow I = 5A$$

۱۶۵ با توجه به شکل روبه‌رو می‌بینید که ولت‌متر V ، اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه مقاومت‌ها را نشان می‌دهد؛ چون، مطابق شکل، از نقطه A تا نقطه A' و از نقطه B تا نقطه B' هیچ مقاومت یا مولدی نیست و در بین این نقاط فقط سیم وجود دارد که اختلاف پتانسیلی ایجاد نمی‌کند:

مثال آب خوردن ۲۰ بگیر



$$\frac{V_1}{V} = \frac{R_1}{R_{eq}} = \frac{R_1}{R_1 + R_r} = \frac{1\Omega}{1\Omega + 5\Omega} = \frac{1\Omega}{6\Omega} = \frac{1}{6} \Rightarrow \frac{2}{V} = \frac{1}{6} \Rightarrow V = 12V$$

۱۶۶

الف

مقاومت هر نیم حلقه برابر است با 1Ω و این دو نیم حلقه با هم موازی اند:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_r}{R_1 + R_r} = \frac{1\Omega \times 1\Omega}{1\Omega + 1\Omega} = 0.5\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow (2A) = \frac{\varepsilon}{(0.5\Omega) + (1\Omega)} \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

$$V_A - \frac{I}{2} \times \frac{R}{4} = V_B \Rightarrow V_A - (1A)(5\Omega) = V_B \Rightarrow V_A - V_B = 5V$$

ب

پ

ابتدا حالت متوالی را بررسی می‌کنیم:

$$R_{eq} = R + R + R = 3R = 3 \times 12 = 36\Omega$$

$$V = R_{سری} I \Rightarrow 12 = 36I \Rightarrow I = \frac{1}{3}A = 0.33A$$

چون مقاومت‌ها با هم سری هستند، جریان عبوری از هر یک از آنها همان $\frac{1}{3}A$ است. اکنون حالت موازی را بررسی می‌کنیم:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R} = \frac{3}{12} \Rightarrow R_{eq} = 4\Omega$$

$$V = R_{موازی} I \Rightarrow 12 = 4I \Rightarrow I = 3A$$

این جریان کل مدار است و چون هر سه مقاومت هم‌اندازه‌اند، جریان عبوری از هر یک از آنها برابر $1A$ می‌باشد.

البته برای محاسبه جریان هر یک از مقاومت‌های موازی، چون اختلاف پتانسیل دو سر همه آنها یکسان است، می‌توان مستقیماً برای هر مقاومت نوشت:

$$V = RI \Rightarrow 12 = 12 \times I \Rightarrow I = 1A$$

حالت اول، موازی: ۱۶۸

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{R}{2}$$

$$P = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{V^2}{\frac{R}{2}} = 2 \frac{V^2}{R}$$

حالت دوم، سری:

$$R'_{eq} = R + R \Rightarrow R'_{eq} = 2R$$

$$P' = \frac{V^2}{R'_{eq}} = \frac{V^2}{2R}$$

اکنون نسبت توان‌ها را می‌نویسیم:

$$\frac{P_{موازی}}{P_{سری}} = \frac{P}{P'} = \frac{2 \frac{V^2}{R}}{\frac{1}{2} \frac{V^2}{R}} = 4$$

ابتدا مقاومت لامپ‌ها را حساب می‌کنیم: ۱۶۹

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(220)^2}{100} = 484\Omega$$

وقتی دو لامپ مشابه را متوالی به هم وصل می‌کنیم، اختلاف پتانسیلی که دو سر هر کدام نشان می‌دهد، برابر است با نصف اختلاف پتانسیل کل؛ بنابراین اختلاف پتانسیل در دو سر هر کدام از لامپ‌ها، 110 ولت است.

$$P_r = \frac{V_r^2}{R} = \frac{(110)^2}{484} = 25W$$

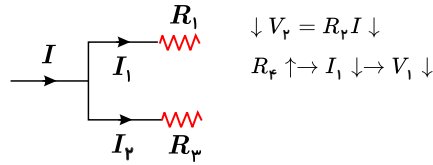
با بستن کلید K ، چون مقاومت R_1 به‌صورت موازی به مجموعه اضافه می‌شود، مقاومت معادل مجموعه کاهش می‌یابد. پس جریان کل مدار (عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد) افزایش یافته و در نتیجه ولتاژ دو سر مولد واقعی، کاهش می‌یابد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \quad V = \varepsilon - rI \quad \downarrow \quad \uparrow \quad \downarrow$$



$$R_p \uparrow \rightarrow R_{eq} \uparrow \rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \rightarrow V_p = \varepsilon - rI \downarrow \rightarrow V_p \uparrow$$

عددی که ولتسنج V_p نشان می‌دهد افزایش می‌یابد.



عددی که آمپرسنج نشان می‌دهد افزایش می‌یابد. $R_p \uparrow \rightarrow I_p \uparrow$

(۱۷۲) با بستن کلید k ، دو سر لامپ (۱) اتصال کوتاه می‌شود و هیچ جریانی از آن عبور نمی‌کند. خب؛ اگر جریانی در کار نباشد، لامپ چطوری روشن شود؟ پس لامپ (۱) خاموش می‌شود. اما با حذف لامپ (۱) از مدار، مقاومت معادل خارجی مدار کاهش و شدت جریان کلی مدار افزایش می‌یابد که این موضوع باعث افزایش شدت روشنایی لامپ (۲) می‌شود.

(۱۷۳) مقاومت R_p به‌طور موازی به R_1 وصل است. اگر کلید K باز شود، مقاومت کل افزایش می‌یابد.

$$R_{eq} \uparrow \Rightarrow I_T = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I_T \downarrow \Rightarrow V_T = \varepsilon - rI_T \Rightarrow V_T \uparrow$$

ولتسنج، ولتاژ دو سر باتری یا همان V_T را نمایش می‌دهد که افزایش می‌یابد.

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_T}{R_1} \\ V_T &\uparrow \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_1 \uparrow$$

عدد آمپرسنج افزایش می‌یابد.

(۱۷۴) اگر دو مقاومت 20° اهمی موازی قرار گیرند مقاومت معادل برابر $10^\circ = R = \frac{20^\circ}{2}$ اهم می‌شود یعنی با موازی بستن مقاومت جدید، مقاومت معادل کاهش یافته، بنابراین جریان کل مدار (که آمپرسنج نشان می‌دهد) افزایش یافته، از این رو ولتاژ دو سر مولد کاهش می‌یابد. در نتیجه:

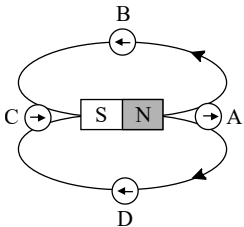
$$R_T = 20^\circ \Rightarrow R_p = 10^\circ \Rightarrow R_T \downarrow$$

$$\uparrow I_T = \frac{\varepsilon}{R_T + r}$$

عدد آمپرسنج افزایش

$$\downarrow V = \varepsilon - rI_T \uparrow$$

عدد ولتسنج کاهش

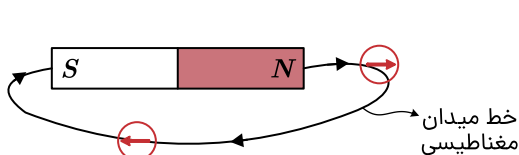


(۱۷۵) عقربه مغناطیسی در نقاط A و B و C و D مطابق شکل مقابل قرار خواهد گرفت زیرا جهت خطوط میدان مغناطیسی همواره از قطب N به S است.

بنابراین از A به B ، $180^\circ = 72^\circ$ درجه چرخش داریم. از B تا C نیز 180° عقربه چرخیده است از C به D دوباره عقربه 180° می‌چرخد و از D تا A نیز دوباره 180° چرخش خواهیم داشت. یعنی $72^\circ = 4 \times 180^\circ$ چرخش در یک دایره کامل، تغییر جهت در عقربه مشاهده می‌شود.

(۱۷۶) الف) برای چنین کاری نیاز به وسایل دیگری نیز داریم. مثلاً می‌توانیم آهنربا را به کمک یک قطعه نخ بیاویزیم. در این صورت می‌چرخد و قطب N آن رو به شمال جغرافیایی (یا همان قطب S آهنربای درونی کره زمین) قرار می‌گیرد.

روش دیگر این است که آهنربای دیگری با قطب‌های مشخص در اختیار داشته باشیم. قطبی از آهنربای مجهول که جذب قطب N می‌شود، قطب S است و بالعکس. ب) همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود خطوط میدان مغناطیسی در اطراف آهنربای (۲) متراکم‌تر و دارای انحنا کمتری هستند؛ این موضوع نشان می‌دهد که این آهنربا قوی‌تر از آهنربای (۱) است.

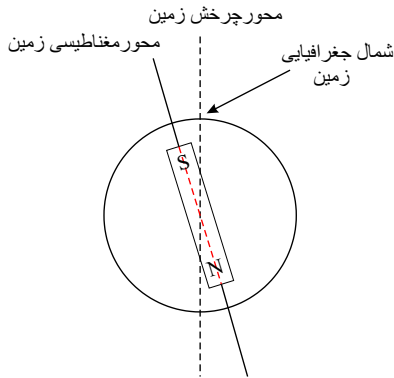


(۱۷۷) با توجه به شکل، عقربه مغناطیسی 180° درجه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخد.

(۱۷۸) چون خطوط میدان از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شوند و عقربه مغناطیسی همواره هم‌جهت با میدان و مماس بر خطوط میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد؛ بنابراین هر دو قطب A و B باید قطب N باشند.



الف) همانطور که در شکل نشان داده شده است قطب S آهنربای فرضی داخل کره زمین تقریباً در شمال جغرافیایی زمین قرار دارد و بالعکس.
 ب) خیر، قطب جنوب مغناطیسی زمین تقریباً 180° کیلومتر از قطب شمال جغرافیایی کره زمین فاصله و انحراف دارد.



۱۸۰ الف) در چنین حالتی در فلز داخل بدن بیمار، پدیده القای مغناطیسی رخ می‌دهد و آن فلز خود تبدیل به یک آهنربای کوچک می‌شود. به این ترتیب جذب نوک ثابت این وسیله می‌شود و به آن می‌چسبد.

پ) آهنی بودن نوک ثابت باعث می‌شود که با نزدیک کردن آهنربای داخلی وسیله به آن، نوک وسیله آهنربا شود و بتواند شیء خارجی را جذب کند و پس از خارج کردن آن و دور کردن آهنربای داخلی، نوک ثابت خاصیت آهنربایی را از دست بدهد و شیء خارجی از وسیله جدا شود. ضمناً ثابت بودن نوک مانع از مدمات احتمالی ناشی از جلو و عقب بردن آهنربا به داخل بدن بیمار می‌شود.

پ) تا به سادگی بتواند از انحنای گلو عبور کند.
 ت) گیره آهنی جذب آهنربا می‌شود، ولی واشر آلومینیومی که از جنس مواد پارامغناطیسی است جذب این آهنربا نمی‌شود. (برای خارج کردن واشر آلومینیومی باید آهنربای بسیار قوی داشته باشیم).

۱۸۱

الف) قطب شمال

ب) عمود بر

پ) بالا (جهت میدان مغناطیسی زمین از جنوب به شمال $\otimes$ است و جهت نیروی وارد بر سیم بنابر قاعده دست راست تعیین می‌شود.)

ت) کاهش

ث) مغز انسان

ج) قوی‌تر

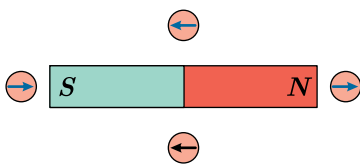
۱۸۲

الف) درست

ب) نادرست

پ) نادرست

۱۸۳

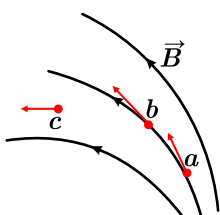


۱- الف) با توجه به جهت‌گیری عقربه مغناطیسی در سمت راست آهنربا که به صورت $S \rightarrow N$ می‌باشد، سمت راست آهنربا قطب N بوده که قطب S عقربه مغناطیسی را جذب کرده است. پس سمت چپ آهنربا قطب S خواهد بود.

ب) خطوط میدان مغناطیسی در اطراف آهنربا از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شود. جهت‌گیری‌ها روی شکل رسم شده است.

۲- بردار مغناطیسی در هر نقطه مماس بر خطوط میدان مغناطیسی در آن نقطه است، همچنین در نقاطی که خطهای میدان مغناطیسی متراکم‌تر هستند اندازه بردار میدان بزرگ‌تر است.

$$B_a > B_b > B_c$$



۱۸۴ الف) اگر یک آهنربای میله‌ای را به یا چند قسمت تقسیم کنیم، هر بخش آن دوباره دارای دو قطب آهنربایی است. اگر باز هم این بخش‌ها را به بخش‌های کوچک‌تر



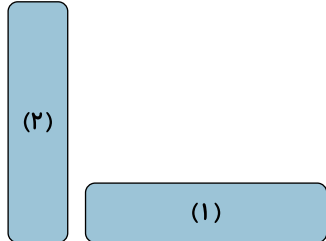
تقسیم کنیم آهنرباهای کوچکتری خواهیم داشت. اگر تقسیم کردن را ادامه دهیم، هرگز یک قطب تنها ایجاد نخواهد شد، یعنی حتی کوچک‌ترین جزء سازنده آهنربا که اتم‌های آن هستند، نیز دارای دو قطب N و S خواهند بود.

ب) وقتی آهنربا در تماس با برخی فلزات قرار گیرد، در آنها خاصیت مغناطیسی القا می‌کند، به این پدیده القای مغناطیسی می‌گویند. در القای مغناطیسی، در محل تماس جسم با آهنربا قطب ناهمنام ایجاد می‌شود، بنابراین این پدیده همواره همراه با جذب است. القای مغناطیسی می‌تواند بین اجسام متقل شود. مطابق شکل در اثر پدیده القای مغناطیسی، ابتدا میخ آهنربا شده و واشرها نیز تحت تأثیر خاصیت آهنربایی میخ، آهنربا می‌شوند.

۱۸۵

روش اول: در آهنربای میله‌ای خاصیت مغناطیسی در نقاط بین دو قطب، کمترین مقدار است. بنابراین مطابق شکل یکی از میله‌ها را (میله ۱) به وسط میله دیگر (میله ۲) نزدیک می‌کنیم، اگر میله‌ها به سرعت یکدیگر را جذب کردند میله (۱) آهنربا و در غیر این صورت میله (۲) آهنربا است.

روش دوم: میله (۱) را از یک سر به طول میله (۲) تماس داده و به آهستگی می‌کشیم، اگر نیروی جاذبه بین آنها یکسان باشد و تغییری نکند، میله (۱) آهنرباست، ولی اگر نیروی جاذبه ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت، میله (۲) آهنربا است.



۱۸۶ در الکتریسیته به دلیل وجود تک‌قطبی‌های الکتریکی خط‌های میدان الکتریکی مسیره‌ای بسته تشکیل نمی‌دهند، ولی در مغناطیس به دلیل عدم وجود تک‌قطبی مغناطیسی، خط‌های میدان مغناطیسی حلقه‌های بسته تشکیل می‌دهند.

۱۸۷ الف) می‌توان نوشت:

$$F = qvB \sin \alpha$$

$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 4.4 \times 10^6 \times (1.8 \times 10^{-3}) \times \sin 60^\circ \approx 1.1 \times 10^{-14} \text{ N}$$

ب)

$$F = ma$$

$$\Rightarrow 1.1 \times 10^{-14} = 1.7 \times 10^{-27} a \Rightarrow a \approx 6.5 \times 10^{12} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

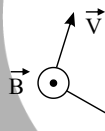
۱۸۸

الف)

$$F = qvB \sin \alpha$$

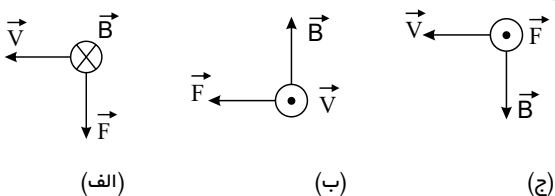
$$1.6 \times 10^{-14} = 1.6 \times 10^{-19} \times (5 \times 10^5) \times B \times 1 \Rightarrow B = 0.2 \text{ T}$$

ب) اگر این بار مثبت بود باید طبق قانون دست راست به سمت پایین منحرف می‌شد، یعنی

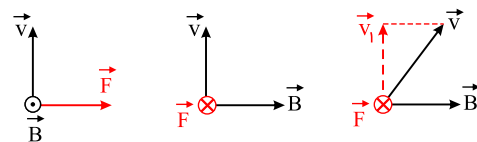


با قانون دست راست برای بار مثبت منطبق نیست پس بار الکتریکی موردنظر منفی است.

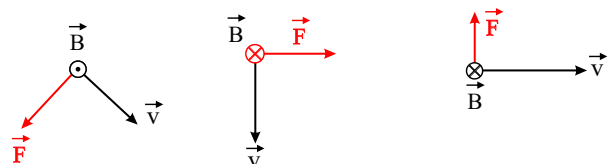
۱۸۹ طبق قانون دست راست اگر چهار انگشت دست راست طوری در جهت سرعت بار مثبت قرار گیرند که بتوانند روی جهت میدان بسته شوند (از کف دست بردار میدان مغناطیسی خارج شود)، انگشت شست دست راست جهت نیروی وارد بر بار مثبت را نشان خواهد داد به این ترتیب:

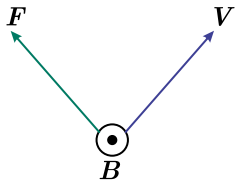


۱۹۰ طبق قانون دست راست، چهار انگشت دست راست را در جهت حرکت بار مثبت و کف دست را در جهت میدان مغناطیسی قرار می‌دهیم. انگشت شست دست راست جهت نیرو را نشان می‌دهد:



در این شکل مؤلفه عمودی سرعت نسبت به میدان مغناطیسی اهمیت دارد.

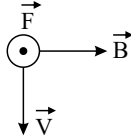




۱۹۱

$$F = |q|vB \sin \theta \rightarrow F = 4 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^5 \times 0.3 \times 1 = 0.24 \text{ N}$$

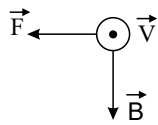
$$F = qvB \sin \alpha \Rightarrow F = 1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^6 \times (2 \times 10^{-3}) \times 1 \Rightarrow F = 1.28 \times 10^{-13} \text{ N}$$



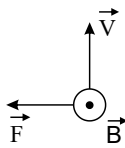
طبق قانون دست راست:

۱۹۲

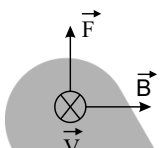
برای پیدا کردن جهت نیروی وارد بر بار منفی ابتدا با دست راست جهت نیروی وارد بر بار مثبت را پیدا می‌کنیم و بعد آن را برعکس بیان می‌کنیم. البته می‌توانیم از دست چپ هم استفاده کنیم که توصیه نمی‌شود.



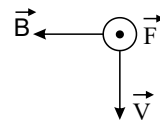
(د) برای بار منفی



(ج) برای بار منفی



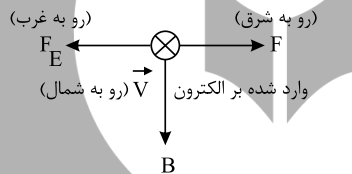
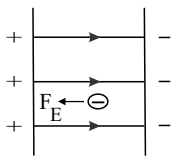
(ب) برای بار منفی



(الف) برای بار منفی

۱۹۴

نیروی وارد شده به الکترون در میدان الکتریکی در خلاف جهت میدان الکتریکی است، یعنی F_E به سمت چپ خواهد بود:



و برای میدان مغناطیسی داریم:

بنابراین F_B و F_E درست در خلاف جهت هم هستند که اگر $F_E = F_B$ باشد الکترون بدون انحراف در جهت شمال به حرکت ادامه می‌دهد. اگر $F_E > F_B$ باشد الکترون به سمت غرب منحرف می‌شود و اگر $F_E < F_B$ باشد الکترون به سمت شرق منحرف خواهد شد.

(الف) برای پیدا کردن جهت میدان از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم و چون ذره مورد نظر، الکترون است، جهت میدان به دست آمده را برعکس می‌کنیم.

$$F = qvB \sin \alpha$$

$$\Rightarrow 6.8 \times 10^{-14} = 1.6 \times 10^{-19} \times 2.4 \times 10^5 \times B \times \sin 90^\circ$$

$$\Rightarrow B = \frac{6.8 \times 10^{-14}}{3.84 \times 10^{-14}} = 1.77 \text{ T}$$

(رو به جنوب) (رو به غرب)

(ب) از رابطه $F = Eq$ می‌توان نوشت:

$$F = Eq \Rightarrow 6.8 \times 10^{-14} = E \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\Rightarrow E = \frac{6.8 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-19}} = 4.25 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

برای پاسخ دادن به چنین سوالاتی از قانون دست راست استفاده می‌شود. بار الکتریکی همیشه به سمتی منحرف می‌شود که نیروی مغناطیسی بر آن وارد شده است. بنابراین، کف دست را رو به کاغذ قرار می‌دهیم (طوری که بردار عمودی خارج شده از کف دست، به سمت کاغذ یعنی درون سو باشد). چهار انگشت دست راست را در جهت سرعت بار (در هر نقطه دلخواه از مسیرهای نشان داده شده) قرار می‌دهیم و به این ترتیب، انگشت شست دست راست جهت متحرک شدن بار مثبت را نشان می‌دهد. اگر جهت انحراف نشان داده شده در شکل با جهت شست دست راست هم‌خوانی داشت، معلوم می‌شود بار مثبت بوده و اگر خلاف آن بود، بار منفی است. همچنین اگر انحرافی رخ نداده باشد، بار خنثی است. پس بار (۱) مثبت، بار (۲) و (۴) منفی است و بار (۳) خنثی است.

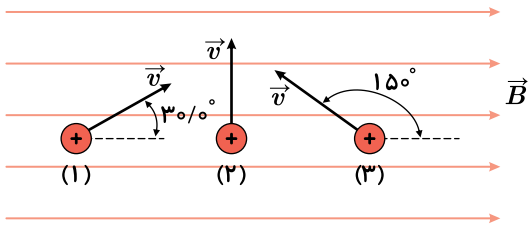
(الف) ۱۹۷



$$\theta = 30^\circ, B = 320G = 320 \times 10^{-4}T, F = 5.12 \times 10^{-14}N, |q| = 1.6 \times 10^{-19}C, v = ?$$

$$F = |q|vB \sin \theta \Rightarrow v = \frac{F}{|q|B \sin \theta} = \frac{5.12 \times 10^{-14}}{1.6 \times 10^{-19} \times 320 \times 10^{-4} \times 0.5} = 2 \times 10^7 \frac{m}{s}$$

(ب)



$$\theta_1 = 30^\circ \Rightarrow F_1 = |q|vB \sin \theta_1 = 6.15 \times 10^{-6} \times 46 \times 0.165 \times \sin 30^\circ \approx 22.34 \times 10^{-6}N$$

$$\theta_2 = 90^\circ \Rightarrow F_2 = |q|vB \sin 90^\circ = 6.15 \times 10^{-6} \times 46 \times 0.165 \times 1 \approx 46.67 \times 10^{-6}N$$

$$\theta_3 = 150^\circ \Rightarrow F_3 = |q|vB \sin \theta_3 = 6.15 \times 10^{-6} \times 46 \times 0.165 \times \sin 150^\circ \approx 22.34 \times 10^{-6}N$$

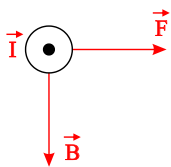
۱۹۸

$$AB \text{ بر } : F = BI \ell \sin \alpha = 4 \times 2 \times 0.2 \times \sin 30^\circ = 0.8N \otimes$$

$$BC \text{ بر } : F = BI \ell \sin \alpha = 4 \times 2 \times 0.15 \times \sin 90^\circ = 1.2N \odot$$

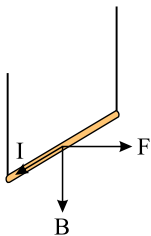
$$CD \text{ بر } : F = BI \ell \sin \alpha = 4 \times 2 \times 0.15 \times \sin (0^\circ) = 0N$$

۱۹۹

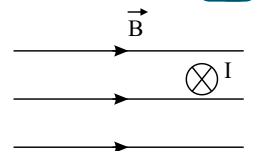


با بسته شدن کلید K، جریان الکتریکی از قطب مثبت باتری در مدار جاری می‌شود و به این ترتیب، جهت جریان الکتریکی در فضای بین قطب‌های آهنربا برون‌سو خواهد بود. طبق قانون دست راست، داریم:

به این ترتیب به محض بسته شدن کلید، نیروی F در جهت خارج کردن سیم از آهنربا به سمت راست به آن وارد می‌شود و سیم به سمت خارج از آهنربا پرتاب می‌شود.



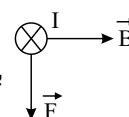
۲۰۰ با توجه به جهت‌های مشخص‌شده در مسأله می‌توان شکل ذیل را رسم نمود:



$$F = BI \ell \sin \alpha$$

$$F = (0.04 \times 10^{-3}) \times 5 \times 1 \times 1$$

$$F = 2 \times 10^{-4}N$$



پس نیروی وارد بر سیم روبه پایین است.

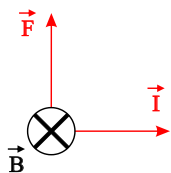
طبق قانون دست راست برای جهت نیرو داریم:

۲۰۱ الف) می‌توان نوشت:

$$F = BI \ell \sin \alpha$$

$$F = (0.05 \times 10^{-3}) \times 1.6 \times 1 \times \sin 90^\circ = 0.8 \times 10^{-3} = 8 \times 10^{-4}N$$

(ب) برای اینکه نیروی سنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، باید نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر از سیم رو به بالا و هم‌اندازه وزن آن باشد:



$$F_B = mg$$

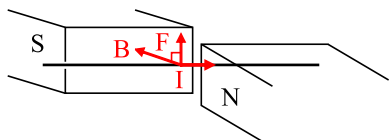
$$B I l \sin \alpha = mg$$

$$0.05 \times 10^{-3} \times I \times 1 \times 1 = (8 \times 10^{-3}) \times 9.8$$

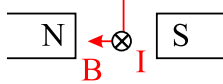
$$\Rightarrow I = \frac{8 \times 9.8 \times 10^{-3}}{5 \times 10^{-5}} = 1568 A$$

بنابراین جریان باید به سمت راست و برابر ۱۵۶۸A باشد.

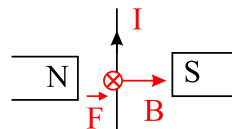
۲۰۲ طبق قانون دست راست، اگر چهار انگشت دست راست طوری در جهت جریان قرار بگیرد که بردار میدان از کف دست خارج شود (یعنی خطوط میدان از کف دست خارج شوند، یا کف دست به سمت قطب S آهنربا قرار گیرد)، انگشت شست جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان را نشان می‌دهد:



(پ)

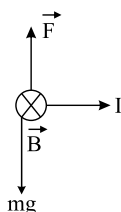


(ب)



(الف)

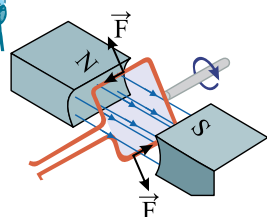
در شکل (پ) باید توجه کرد که شکل فضایی است و سه بردار I ، F و B برهم عمودند.



۲۰۳ چون سیم معلق مانده پس باید نیروی مغناطیسی وارد بر سیم روبه بالا و هم‌اندازه نیروی وزن سیم باشد، پس:

$$F = B I l \sin \alpha = mg \Rightarrow 0.5 \times I \times (0.4) \times 1 = (40 \times 10^{-3}) \times 10 \Rightarrow I = 2 A$$

یعنی جریان از C به D خواهد بود.



۲۰۴ چرخش حلقه به دلیل نیرویی است که از طرف میدان مغناطیسی، به سیم‌های افقی حلقه وارد می‌شوند که عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار دارند؛ بنابراین با توجه به جهت نیروهای وارد شده، جریان در حلقه پادساعتگرد است.

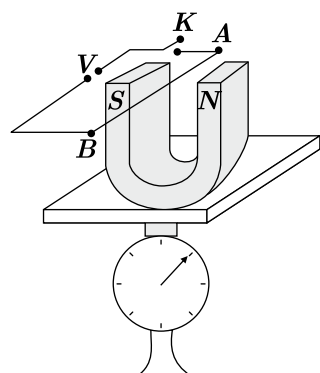
۲۰۵ گام اول: اندازه میدان مغناطیسی را تعیین می‌کنیم:

$$B = \sqrt{(-0.6)^2 + (-0.8)^2} = 1 T$$

گام دوم: داده‌های مسئله را در رابطه نیرو قرار می‌دهیم:

$$F = B I l \sin \theta$$

$$\Rightarrow F = (1 T) \times (400 \times 10^{-3} A) \times (0.3 m) \times \sin 90^\circ = 0.12 N$$

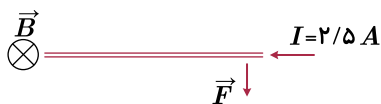


۲۰۶ ابتدا آهنربای نعلی شکل را مطابق شکل روبه‌رو، روی یک ترازوی حساس گذاشته و سیم راست AB را که در مدار شامل یک باتری و کلید K قرار دارد، از میان قطب‌های آهنربا می‌گذرانیم. قبل از بستن کلید عدد ترازو را می‌خوانیم. حالا کلید را می‌بندیم و مجدداً عدد ترازو را می‌خوانیم. اختلاف عدد ترازو در این دو حالت با نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان‌های مغناطیسی برابر است.

$$l = 2.4 m, I = 2.5 A, \theta = 90^\circ, B = 0.45 G = 0.45 \times 10^{-4} T, F = ?$$

$$F = I l B \sin \theta = 2.5 \times 2.4 \times 0.45 \times 10^{-4} \times \sin 90^\circ = 2.7 \times 10^{-4} N \Rightarrow F = 2.7 \times 10^{-4} N$$

(میدان مغناطیسی زمین به طرف شمال)



طبق قاعده دست راست جهت نیروی وارد بر سیم به سمت پایین است.

۲۰۸ اگر سیم حامل جریان در امتداد میدان مغناطیسی قرار گیرد ($\theta = 180^\circ$ یا $\theta = 0^\circ$) نیروی وارد بر آن صفر و اگر عمود بر میدان مغناطیسی قرار گیرد ($\theta = 90^\circ$) نیروی وارد بر آن بیشینه خواهد بود.

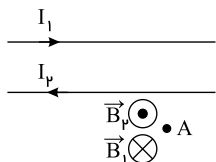
۲۰۹ الف) به سیم مسی حامل جریان در میدان مغناطیسی آهنربا، نیرو وارد شده و سیم مسی از آهنربا دور می‌شود.

ب) با تغییر جهت جریان، جهت نیروی وارد بر سیم نیز تغییر کرده و سیم به سمت آهنربا منحرف می‌شود.

پ) به سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی نیرو وارد می‌شود. جهت این نیرو با تغییر جهت جریان تغییر می‌کند (معکوس می‌شود).

۲۱۰ شرط لازم برای مفر شدن میدان مغناطیسی بر اینست که میدان‌های حاصل از جریان دو سیم در نقطه A در خلاف جهت یکدیگر باشند.

جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان I_1 در نقطه A (یعنی B_1) درون‌سو می‌باشد؛ بنابراین باید جریان سیم شماره (۲) یعنی I_2 به سمت چپ باشد، تا میدان مغناطیسی ناشی از آن (یعنی B_2) برون‌سو و در خلاف جهت B_1 شود، تا امکان خنثی شدن میدان‌ها در نقطه A ایجاد گردد:

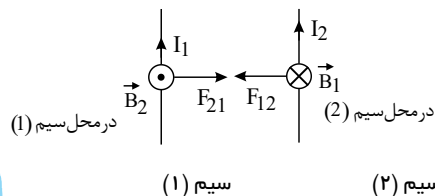
$$B_1 = B_2$$


۲۱۱ برای آنکه عقربه در جهت خواسته شده (به سمت چپ) بچرخد، باید میدان مغناطیسی در محل عقربه مغناطیسی به سمت چپ باشد. چون عقربه روی سیم قرار دارد، باید

جریان عبوری از سیم زیر عقربه مغناطیسی رو به پایین باشد؛ تا طبق قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی بالای سیم (در محل عقربه) از راست به چپ باشد. پس باتری A باید در مدار قرار گیرد، تا با جاری شدن جریان از سر مثبت آن در مدار، جریانی ساعتگرد ایجاد شود.

۲۱۲ برای این دو سیم داریم:

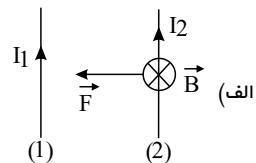
میدان سیم (۱) در محل سیم (۲) درون‌سو است و میدان سیم (۲) در محل سیم (۱) برون‌سو است، پس نیروی بین آنها جاذبه است.



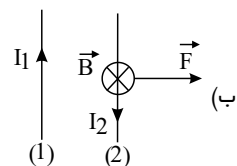
و البته نیروها طبق قانون سوم نیوتون هم‌اندازه‌اند، یعنی: $F_{12} = F_{21} = F$ بنابراین، در چنین حالتی سیم‌ها یکدیگر را جذب می‌کنند.

۲۱۳ طبق قانون دست راست جهت میدان مغناطیسی ناشی از سیم (۱) در محل سیم شماره (۲) درون‌سو می‌باشد؛ پس داریم:

یعنی در حالت اول سیم شماره (۲) جذب سیم (۱) می‌شود (طبق قانون سوم نیوتون سیم ۱ هم جذب ۲ می‌شود).

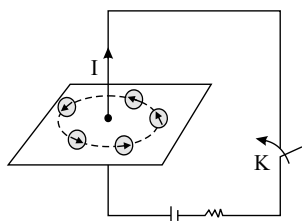


در این حالت سیم اول سیم (۲) را دفع می‌کند که البته طبق قانون سوم نیوتون سیم (۲) هم سیم (۱) را دفع خواهد کرد.



۲۱۴

به کمک یک مقوای سوراخ‌دار مداری مطابق شکل می‌بندیم. با بستن کلید جریان الکتریکی در سیم عبورکننده از مقوا به سمت بالا عبور خواهد کرد.

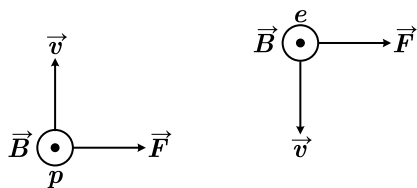


با قرار دادن چندین عقربه مغناطیسی روی مقوا مشخص می‌شود که خطوط میدان مغناطیسی در اطراف این سیم به صورت دایره‌های متحدالمرکز خواهند بود و جهت این خطوط طوری است که اگر سیم حامل جریان در مشت دست راست گرفته شود که شست دست راست در جهت جریان باشد چرخش ۴ انگشت به دور سیم جهت میدان را نشان می‌دهد. این خطوط را می‌توان به کمک پاشیدن براده آهن روی مقوا هم مشاهده کرد.

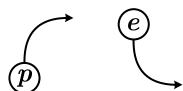
۲۱۵ الف) فاصله الکترون از سیم حامل جریان، بیشتر از فاصله پروتون از سیم است؛ بنابراین، میدان حاصل از سیم در محل الکترون ضعیفتر از میدان مغناطیسی در مکان پروتون است. بار الکتریکی پروتون و الکترون، برابر و تندی آنها نیز یکسان است. در نتیجه، بنابر رابطه $F = qvB \sin \theta$ ، چون میدان B در مکان الکترون ضعیفتر است، نیروی وارد بر آن هم ضعیفتر است: $F_e < F_p$.



ب) بنابر قاعده دست راست، میدان مغناطیسی سیم حامل جریان در مکان پروتون و الکترون، برون سو است؛ بنابراین، نیروی وارد بر هر کدام از آنها به صورت روبه رو رسم می شود.



در نتیجه، مسیر تقریبی حرکت آنها چنین است:



۲۱۶) بنابر قاعده دست راست، جهت میدان حاصل از I_1 و I_2 در نقطه A درون سو هستند. جهت میدان مغناطیسی برآیند هم در این نقطه درون سو است. اندازه میدان مغناطیسی برآیند از جمع اندازه های دو میدان به دست می آید؛ زیرا، دو بردار هم جهت هستند.

$$B_A = (4 \times 10^{-6} T) + (8 \times 10^{-6} T) = 12 \times 10^{-6} T$$

$$T = 1.2 \times 10^{-5} T$$

۲۱۷) شکل (الف): بردار میدان مغناطیسی در اطراف سیم حامل جریان، در هر نقطه مماس بر خطوط میدان مغناطیسی در آن نقطه است. همچنین در فاصله های نزدیک تر به سیم حامل جریان، اندازه میدان مغناطیسی بزرگتر است.

شکل (ب): هر قدر به سیم حامل جریان نزدیک تر شویم، خطوط میدان مغناطیسی متراکم تر و در نتیجه میدان مغناطیسی قوی تر است.

۲۱۸) ابتدا لازم است تعداد دورهای پیچه محاسبه شود.

$$L_{\text{سیم}} = (2\pi r) \times N \Rightarrow N = \frac{L}{2\pi r} = \frac{628}{2 \times 3.14 \times (1 \times 10^{-2})} \Rightarrow N = 10^4 = 10000 \text{ دور}$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times (10^4) \times (2)}{2 \times (1 \times 10^{-2})} \Rightarrow B = 4\pi \times 10^{-1} T = 1.256 T$$

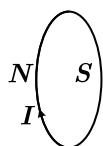
۲۱۹) ابتدا باید تعداد دورهای پیچه را محاسبه کنیم:

$$L = (2\pi r)N \Rightarrow N = \frac{L}{2\pi r} = \frac{314}{2 \times 3.14 \times 0.1} = 500 \text{ دور}$$

اکنون به محاسبه میدان در مرکز پیچه می پردازیم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R} = \frac{1.256 \times 10^{-7} \times 500 \times 12}{2 \times 0.1} = 0.375 T$$

۲۲۰) با توجه به قانون دست راست، سمت چپ حلقه قطب N و سمت راست آن قطب S خواهد بود. بنابراین حلقه و آهنربا یکدیگر را دفع می کنند و نیروی وارد شده به آهنربا به سمت چپ است.

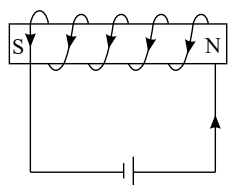


۲۲۱)

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2R} = \frac{12 \times 10^{-7} \times 100 \times (2)}{2 \times (5 \times 10^{-2})} \Rightarrow B = 24 \times 10^{-4} T = 24 G$$

۲۲۲)

الف) با توجه به جهت جریان سیم های سیملوله و قانون دست راست، سمت راست سیملوله قطب N و سمت چپ آن قطب S خواهد بود.



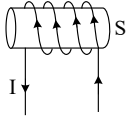
ب) با توجه به قسمت الف خط های میدان از سمت راست سیملوله خارج می شوند و در نقطه A خطوط میدان به سمت راست بوده به این ترتیب عقربه مغناطیسی به صورت S → N خواهد بود.

۲۲۳) می دانیم میدان مغناطیسی درون سیملوله و دور از لبه های آن مقدار ثابتی است و از رابطه زیر محاسبه می شود:



$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times (1000) \times 0.5}{0.3} \Rightarrow B = 2 \times 10^{-3} T = 2 mT = 20 G$$

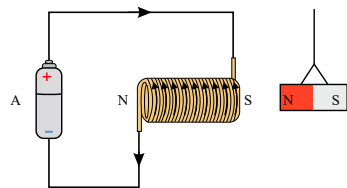
۲۲۴ با بسته شدن کلید جهت جریان در حلقه‌های سیم‌لوله رو به بالا خواهد بود و سمت راست سیم‌لوله تبدیل به قطب S و سمت چپ آن قطب N خواهد شد. به این ترتیب آهنربا از سمت N آن به سمت سیم‌لوله کشیده می‌شود و جذب آن می‌شود.



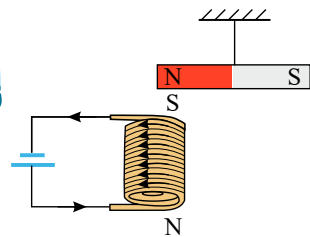
۲۲۵ براساس قانون دست راست و شکل داده شده، میدان مغناطیسی ناشی از سیم‌لوله Q در داخل آن به سمت راست و میدان مغناطیسی ناشی از P در داخل آن به سمت چپ می‌باشد. چون برابری میدان مغناطیسی در مرکز صفر است، پس $B_Q = B_P$ بوده است:

$$B_Q = B_P$$

$$\frac{\cancel{\mu_0} N_Q I_Q}{\cancel{l_Q}} = \frac{\cancel{\mu_0} N_P I_P}{\cancel{l_P}} \Rightarrow 300 \times 1 = 200 \times I_P \Rightarrow I_P = \frac{3}{2} = 1.5 A$$



۲۲۶ برای جذب شدن آهنربای میله‌ای نشان داده شده در شکل، باید سمت راست سیم‌لوله، پس از عبور جریان تبدیل به قطب S یک آهنربا شود. به این ترتیب اگر جریان عبوری از حلقه‌های روی سیم‌لوله رو به بالا باشند، سمت راست سیم‌لوله قطب S و سمت چپ آن قطب N خواهد شد و جذب صورت می‌گیرد؛ بنابراین باتری A باید در مدار قرار گیرد.



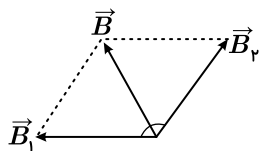
۲۲۷ با بسته شدن کلید، جریان الکتریکی از سر پایینی باتری در مدار جاری می‌شود. پایین سیم‌لوله به قطب N و بالای آن به قطب S تبدیل می‌شود؛ به این ترتیب آهنربای آویخته شده جذب سیم‌لوله می‌شود، یعنی قطب N آن به پایین منحرف می‌شود.

$$N = 100, l = 8 cm = 8 \times 10^{-2} m, I_1 = 0.2 A$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l}$$

$$\Rightarrow B_1 = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}) \times 100 \times (0.2 A)}{(8 \times 10^{-2} m)} = 3 \times 10^{-4} T$$

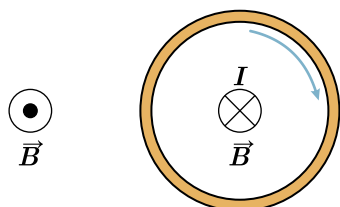
۲۲۸ الف چهار انگشت دست راست را در جهت جریان روی سیم‌لوله می‌گذاریم. انگشت شست نشان دهنده جهت میدان مغناطیسی داخل سیم‌لوله است.



ب میدان سیم‌لوله (B_1) به سمت چپ است. میدان سیم حامل جریان در نقطه A را نیز با قاعده دست راست تعیین می‌کنیم. این میدان (B_2) درون سو است.

دو میدان برهم عمودند؛ بنابراین برای به دست آوردن برابری آنها از قضیه فیثاغورس استفاده می‌کنیم:

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(3 \times 10^{-4} T)^2 + (4 \times 10^{-4} T)^2} = 5 \times 10^{-4} T$$



۲۲۹ با توجه به قاعده دست راست جهت جریان ساعتگرد است.

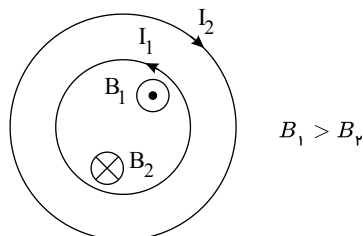


$$B_1 = \frac{4\pi \times 10^{-7} N I_1}{2 R_1} = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})(4A)}{2 \times (2 \times 10^{-2} m)} = 1,256 \times 10^{-4} T \odot$$

$$B_2 = \frac{4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}(2A)}{2 \times (3 \times 10^{-2} m)} = 1,676 \times 10^{-5} T \otimes$$

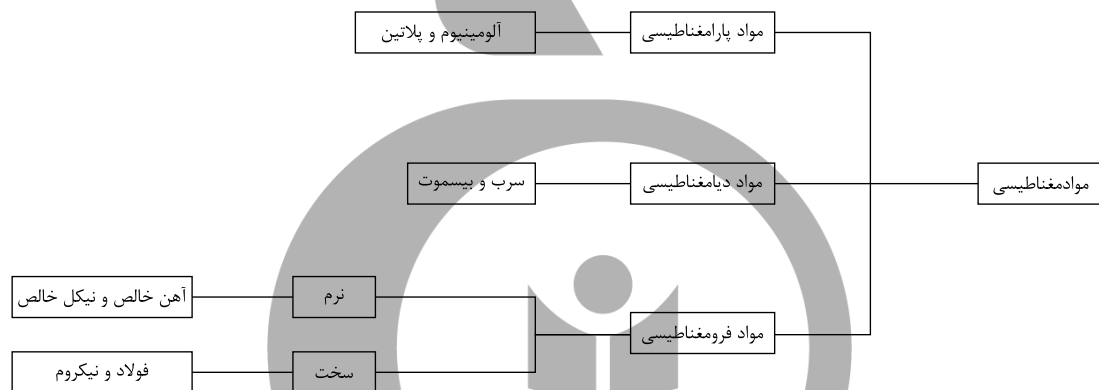
$$B_T = |B_1 - B_2| = 1,374 \times 10^{-5} T \odot$$

جهت میدان برآیند برون سو است.



۲۳۱ چون در مولکول‌های هوا، اکسیژن که یک ماده پارامغناطیس است، وجود دارد. پس تحت تأثیر میدان مغناطیسی آهنربا، خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند و با حرکت آهنربا، حباب هوا و در نتیجه الکترولیت درون لوله حرکت می‌کنند.

۲۳۲



۲۳۳ الف) مواد فرومغناطیسی دو دسته هستند: ۱- مواد فرومغناطیسی نرم مانند آهن و نیکل و کبالت خالص که در میدان خارجی به راحتی آهنربا شده و با خروج از میدان خارجی به سرعت خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهند.

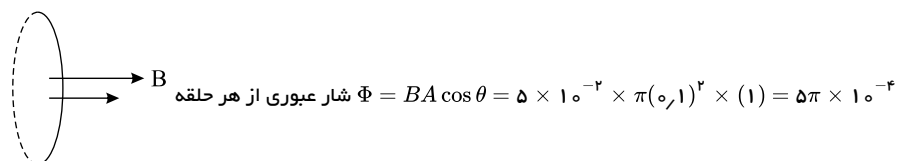
۲- مواد فرومغناطیسی سخت مانند فولاد و نیکروم (آلیاژ نیکل - کروم) که در میدان خارجی به سختی آهنربا می‌شوند ولی خاصیت خود را هم به سختی از دست می‌دهند. (ب) ناحیه‌هایی از مواد فرومغناطیسی هستند که برهم‌کنش‌های قوی بین دوقطبی‌های مغناطیسی در این مواد سبب شده است حتی در نبود میدان خارجی، دوقطبی‌های مغناطیسی در این ناحیه‌ها همسو شوند.

۲۳۴ موادی که اتم‌های آنها به‌طور ذاتی دارای خاصیت مغناطیسی نیستند ولی با قرارگیری در میدان مغناطیسی خارجی خاصیت مغناطیسی در خلاف جهت میدان خارجی در دوقطبی‌های آنها القا می‌شود و به این ترتیب مواد دیامغناطیسی از میدان مغناطیسی خارجی می‌گریزند. نقره، مس، سرب و بیسموت از این دسته‌اند.

۲۳۵ در این مواد، اتم‌ها خاصیت مغناطیسی دارند اما دوقطبی‌های مغناطیسی در این مواد به‌صورت کاتوره‌ای و کاملاً نامنظم در کل ماده پخش شده‌اند و هیچ حوزه مغناطیسی مشاهده نمی‌شود. بنابراین این مواد در حضور میدان خارجی قوی خاصیت آهنربایی پیدا کرده و با حذف میدان خارجی، خاصیت خود را از دست می‌دهند. اورانیوم، پلاتین، آلومینیم و سدیم از این دسته هستند.

۲۳۶

توجه کنید که تعداد دور سیم‌پیچ در شار عبوری از آن بی‌تأثیر است.



۲۳۷ خیر. برای ایجاد جریان القایی شار عبوری از حلقه باید تغییر کند به‌دلیل آنکه شار عبوری از حلقه دچار تغییر نمی‌شود می‌توان نتیجه گرفت که جریان القایی در حلقه به‌وجود نمی‌آید.

۲۳۸ الف) مغر (ب) کاهش (ج) جریان الکتریکی القایی (د) شار مغناطیسی عبوری

۲۳۹



الف

$$A = (4 \text{ cm}) \times (5 \text{ cm}) = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 2 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\Phi = BA \cos 53^\circ \Rightarrow \Phi = (250 \times 10^{-4} \text{ T}) \times (2 \times 10^{-3} \text{ m}^2) \times 0.6 = 30 \times 10^{-7} \text{ Wb} = 3 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

ب

$$\Delta \Phi = BA(\cos \theta_2 - \cos \theta_1) \Rightarrow \Delta \Phi = BA(\cos 37^\circ - \cos 53^\circ)$$

$$\Rightarrow \Delta \Phi = (250 \times 10^{-4} \text{ T}) \times (2 \times 10^{-3} \text{ m}^2) \times (0.8 - 0.6) = 10^{-6} \text{ Wb}$$

حواسمان باشد در اینجا باید تغییرات $\cos \theta$ را در نظر بگیریم؛ نه تغییرات θ !

$$\cos \theta \text{ تغییرات: } \Delta(\cos \theta) = \cos \theta_2 - \cos \theta_1 \neq \cos \Delta \theta$$

۲۴۰

الف

$$\theta = 0 \Rightarrow \cos \theta = 1$$

$$\Phi_1 = BA_1 \cos \theta \Rightarrow \Phi_1 = (150 \times 10^{-4} \text{ T}) \times (40 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \times 1 = 6 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

ب

$$\Phi_2 = BA_2 \cos \theta \Rightarrow \Phi_2 = (150 \times 10^{-4} \text{ T}) \times (20 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \times 1 = 3 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

۲۴۱

الف

بزرگی بردار میدان مغناطیسی در مکان حلقه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$|\vec{B}| = \sqrt{(0.3 \text{ T})^2 + (0.4 \text{ T})^2} = 0.5 \text{ T}$$

ب

چون حلقه موازی محور x و عمود بر محور y است، تنها مؤلفه‌ای از میدان که در جهت y (عمود بر صفحه) است، شار مغناطیسی ایجاد می‌کند؛ بنابراین:

$$\Phi = BA \cos \theta$$

$$\theta = 0^\circ \Rightarrow \cos 0^\circ = 1$$

$$\rightarrow \Phi = BA = (0.4 \text{ T}) \times (300 \times 10^{-4} \text{ m}^2) = 120 \times 10^{-4} \text{ Wb} = 1.2 \times 10^{-2} \text{ Wb}$$

وقتی آهن‌ربا نزدیک پیچ است، شار مغناطیسی از پیچ می‌گذرد؛ اما، چون پیچ و آهن‌ربا نسبت به هم تغییری نمی‌کنند. جریان القایی در پیچ به وجود نمی‌آید. شرط ایجاد جریان القایی، تغییر شار مغناطیسی است.

۲۴۳

الف

الف) با وارد کردن آهن‌ربا به سیملوله، عقربه گالوانومتر به یک سمت منحرف می‌شود.

ب) با خارج کردن آهن‌ربا از سیملوله، عقربه گالوانومتر در جهت مخالف حالت قبل منحرف می‌شود.

ج) با داخل یا خارج کردن قطب دیگر آهن‌ربا به سیملوله، عقربه گالوانومتر مانند حالت‌های قبل حرکت می‌کند و عبور جریان را نشان می‌دهد.

د) اگر سیملوله یا پیچ را از آهن‌ربا دور یا به آن نزدیک کنیم، نتیجه آزمایش تغییری نکرده و دوباره انحراف عقربه گالوانومتر مشاهده می‌شود.

۲۴۴

الف

با توجه به اینکه آهنگ تغییر میدان مغناطیسی $\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)$ برابر با $\frac{T}{s}$ است، رابطه القای فاراده را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$|\vec{I}| = \left| \frac{\vec{\mathcal{E}}}{R} \right| = \left| \frac{-N}{R} \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{-N}{R} A \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \theta \right|$$

$$\Rightarrow I = \left| -\frac{1000}{3} \times 0.04 \times 0.6 \times \cos 60^\circ \right| = 4 \text{ A}$$

لازم به ذکر است که وقتی سطح پیچ با امتداد خطوط میدان زاویه α بسازد، خط عمود بر سطح حلقه با امتداد میدان زاویه θ خواهد ساخت که رابطه آنها به صورت زیر است:

$$\theta = 90^\circ - \alpha$$

۲۴۵

ابتدا تغییر شار مغناطیسی سپس به کمک قانون اهم نیروی محرکه القایی را می‌یابیم و در نهایت با استفاده از قانون القای فاراده تعداد حلقه‌ها را محاسبه می‌کنیم. داریم:

$$\Delta \phi = BA(\cos \theta_2 - \cos \theta_1) \Rightarrow \Delta \phi = 0.05 \times 200 \times 10^{-4} \times (0 - 1) = -10^{-3} \text{ Wb}$$

$$\mathcal{E} = RI \Rightarrow \mathcal{E} = 4 \times 0.03 = 0.12 \text{ V}$$

$$|\mathcal{E}| = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow 0.12 = \left| -N \times \frac{-10^{-3}}{0.25} \right| \Rightarrow N = 30 \text{ دور}$$

الف) هنگامی که باد می‌وزد و کاسه‌های پلاستیکی می‌چرخند، یک آهن‌ربا در مجاورت یک سیملوله که روی هسته آهنی پیچیده شده است شروع به چرخش می‌کند و شار مغناطیسی عبورکننده از این سیملوله با زمان تغییر می‌کند و طبق قانون القای الکترومغناطیسی فاراده یعنی $\mathcal{E} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ ، در سیم‌پیچ نیروی محرکه القا می‌شود و عقربه ولتسنج منحرف می‌شود.

ب) بله. با افزایش تند باد، سرعت چرخش آهن‌ربا و در نتیجه $\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ افزایش می‌یابد، پس $\mathcal{E}$ زیاد شده و عقربه بیشتر منحرف می‌شود.

پ) برای بهبود کارایی و دقت دستگاه می‌توان: ۱) تعداد دورهای سیم‌پیچ را افزایش داد تا $\mathcal{E}$ بزرگتر شود، ۲) می‌توان به جای یک آهن‌ربا از دو آهن‌ربای عمود بر هم و یا از یک آهن‌ربای قوی‌تر استفاده کرد.

۲۴۷

الف

الف) تندیس سنج دوچرخه ب) ترمیستور پ) اسکویید ت) میدان الکتریکی

با توجه به اینکه خط عمود بر صفحه در راستای محور y قرار دارد، بنابراین تنها مؤلفه B_y می‌تواند شار در حلقه ایجاد کند و شار B_x به علت عمود بودن بر خط عمود



بر سطح حلقه ($\cos \theta = 0 \Leftarrow \theta = 90^\circ$) صفر خواهد بود.

$$\Phi_{B_X} = AB_x \cos 90^\circ = 0$$

$$\Phi_{B_Y} = AB_y \cos 0 = \pi r^2 \times B_y = 3 \times 1 \times 10^{-4} \times 4 = 12 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

ابتدا شعاع دایره و سپس محیط دایره را به دست می‌آوریم که همان طول سیم سازنده پیچه است. (۲۴۹)

$$\pi r^2 = 64\pi \Rightarrow r = 8$$

$$2\pi r = 16\pi$$

محیط دایره و مربع با هم برابر هستند. در نتیجه ضلع و مساحت مربع را محاسبه می‌کنیم. (ضلع مربع را a در نظر می‌گیریم):

$$\text{محیط دایره} = \text{محیط مربع} \Rightarrow 16\pi = 4a \Rightarrow a = 4\pi$$

$$a^2 = 16\pi^2$$

حال رابطه شار را به صورت مقایسه‌ای می‌نویسیم ($\Phi = AB \cos \theta$):

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{16\pi^2}{64\pi} \Rightarrow \Phi_2 = \frac{\pi}{4} \Phi \Rightarrow \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{\pi}{4}$$

(۲۵۰) چون سطح حلقه بر محور y عمود است، تنها خط‌های میدان که در جهت $\vec{j}$ هستند از داخل حلقه عبور می‌کنند.

$$\Phi = B_y A = 2 \times \pi \times 1^2 = 2\pi \text{ Wb}$$

(۲۵۱) جریان ایجادشده در مدار برابر است با:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{20}{9 + 1} = 2 \text{ A}$$

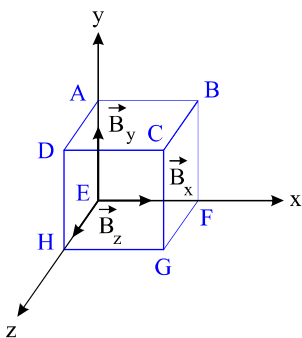
بزرگی میدان مغناطیسی ایجادشده در سیم‌لوله برابر است با:

$$B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I = 12 \times 10^{-7} \times \frac{2000}{1} \times 2 = 48 \times 10^{-4} \text{ T}$$

میدان ایجادشده در سیم‌لوله بر سطح حلقه‌های آن عمود است، پس شار عبوری از هر حلقه برابر است با:

$$\Phi = BA \cos 0 = 48 \times 10^{-4} \times 10 \times 10^{-4} \times 1 = 4.8 \times 10^{-6} \text{ Wb} = 4.8 \mu\text{Wb}$$

(۲۵۲) در شکل زیر مؤلفه‌های میدان مغناطیسی مشخص شده‌اند. به شکل زیر دقت کنید:



همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید مؤلفه‌های $\vec{B}_x$ و $\vec{B}_z$ موازی سطح $ABCD$ هستند و از این سطح عبور نمی‌کنند و فقط $\vec{B}_y$ از این سطح عبور می‌کند. بنابراین داریم:

$$\Phi_{ABCD} = B_y A = 4A$$

همین‌طور که اگر به سطح $CBFG$ دقت کنید، متوجه می‌شوید که فقط مؤلفه $\vec{B}_x$ از این سطح عبور می‌کند و برای به دست آوردن شار مغناطیسی گذرنده از این سطح داریم:

$$\Phi_{CBFG} = B_x A = 6A$$

$$\frac{\Phi_{ABCD}}{\Phi_{CBFG}} = \frac{4A}{6A} = \frac{2}{3}$$

(۲۵۳) با استفاده از قانون القای فاراده داریم:

$$|\mathcal{E}| = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| -NA \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$$

$$0.1 = \left| -1000 \times 50 \times 10^{-4} \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{0.1}{0.5} = 0.2 \frac{\text{T}}{\text{s}}$$

(۲۵۴) ابتدا به کمک قانون اهم، نیروی محرکه القایی را به دست می‌آوریم و سپس به کمک قانون القای فاراده آهنگ تغییر میدان را می‌یابیم.

$$\bar{I} = \frac{\bar{\mathcal{E}}}{R} \Rightarrow 2 \times 10^{-3} = \frac{\bar{\mathcal{E}}}{10} \Rightarrow \bar{\mathcal{E}} = 2 \times 10^{-2} \text{ V}$$

$$\bar{\mathcal{E}} = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| -NA \cos \theta \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \Rightarrow 2 \times 10^{-2} = 400 (25 \times 10^{-4}) \times 1 \times \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$$



$$\Rightarrow \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{2 \times 10^{-2}}{400 \times 25 \times 10^{-3}} = 0.02 \frac{T}{s}$$

۲۵۵) شیب نمودار شار - زمان (یعنی $\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$)، متناسب با نیرو محرکه القایی است. اگر شیب خط واصل بین دو نقطه روی نمودار محاسبه شود و در $-N$ ضرب شود، نیرو محرکه القایی متوسط به دست آمده است.

۲۵۶) الف) ابتدا به کمک طول سیم، طول ضلع هر مربع و سپس مساحت هر مربع را می‌یابیم. داریم:

$$\text{مجموع محیط دو حلقه} = 2 \times (4a) = 80 \text{ cm} \Rightarrow a = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{مساحت هر حلقه} A = a^2 = (0.1)(0.1) = 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\phi = BA \cos \theta \Rightarrow 0.5 \times 0.01 \times 1 = 0.005 \text{ Wb} = 5 \text{ mWb}$$

$$\text{ب) } \bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = \left| -NA \frac{B_2 - B_1}{\Delta t} \cos \theta \right| = \left| -2 \times 0.01 \times \frac{0 - 0.5}{0.2} \times 1 \right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 0.05 \text{ V}$$

۲۵۷) در ابتدا که سطح پیچه بر میدان مغناطیسی زمین عمود است زاویه بین بردار عمود بر سطح پیچه با خطوط میدان مغناطیسی صفر است ($\theta_1 = 0$) و در حالت دوم که سطح حلقه‌ها موازی با میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، $\theta_2 = 90$ خواهد شد. به این ترتیب داریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -N \frac{BA(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \bar{\varepsilon} = -1000 \times \frac{(0.5 \times 10^{-2})(30 \times 10^{-3})(0 - 1)}{0.2} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 7.5 \times 10^{-5} \times 10^{-3} = 7.5 \text{ mV}$$

۲۵۸) با استفاده از رابطه نیروی محرکه القایی فاراده داریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{A \cos \alpha \Delta B}{\Delta t} \right|$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -1000 \times \frac{(50 \times 10^{-2})(1)(-0.04 - 0.04)}{0.1} \right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 40 \text{ V}$$

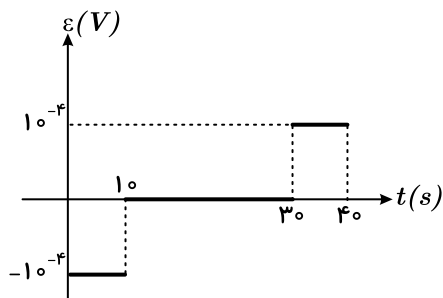
البته با دید دیگری می‌توان فرض کرد که میدان مغناطیسی ثابت است و زاویه θ از 0° به 180° تغییر می‌کند و مسئله را به صورت زیر حل کرد:

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| \frac{-NBA(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)}{\Delta t} \right| = \left| \frac{-1000 \times 0.04 \times 50 \times 10^{-2}(-1 - 1)}{0.1} \right| = 40 \text{ V}$$

۲۵۹

الف

نمودار از سه قسمت تشکیل شده است، برای هر قسمت، $\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ را به دست آورده و رسم می‌کنیم:



$$\bar{\varepsilon}_1 = -\frac{10^{-2} \text{ Wb} - 0}{10 \text{ s}} = -10^{-2} \text{ V}$$

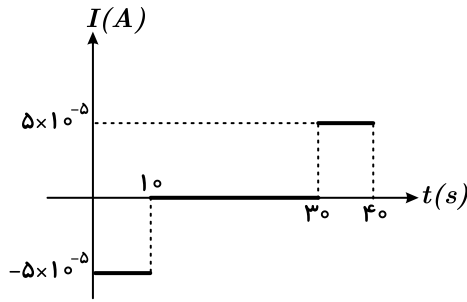
$$\bar{\varepsilon}_2 = -\frac{10^{-2} \text{ Wb} - 10^{-2} \text{ Wb}}{(30 - 10) \text{ s}} = 0 \text{ V}$$

$$\bar{\varepsilon}_3 = -\frac{0 - 10^{-2} \text{ Wb}}{(40 - 30) \text{ s}} = 10^{-2} \text{ V}$$

ب



هر قسمت از نمودار را با رابطه $\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$ تعیین می‌کنیم:



$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{\varepsilon}_1}{R} = \frac{-10^{-5} V}{2 \Omega} = -5 \times 10^{-5} A$$

$$\bar{I}_2 = \frac{\bar{\varepsilon}_2}{R} = 0 A$$

$$\bar{I}_3 = \frac{\bar{\varepsilon}_3}{R} = \frac{10^{-5} V}{2 \Omega} = 5 \times 10^{-5} A$$

۲۶۰ فقط مساحت پیچه در حال تغییر است و می‌توان نوشت:

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -NB \cos \theta \frac{\Delta A}{\Delta t} \right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = \left| -1000 \times (0.1 T) \times (\cos 0^\circ) \times (5.7 \times 10^{-2} \frac{m^2}{s}) \right| = 5.7 V$$

$$A = 100 cm^2 = 100 \times 10^{-4} m^2 = 10^{-2} m^2$$

۲۶۱ الف

$$\Delta t = 0.45 s, B_1 = 0.28 T, B_2 = -0.17 T, \bar{\varepsilon} = ?$$

$$\Delta \Phi = A(\Delta B) \cos \theta = 10^{-2} \times (-0.17 - 0.28) \times \cos 0^\circ = -45 \times 10^{-4} Wb$$

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| -1 \times \frac{(-45 \times 10^{-4})}{45 \times 10^{-2}} \right| \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 0.01 V$$

ب

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \frac{0.01}{10} \Rightarrow \bar{I} = 0.001 A$$

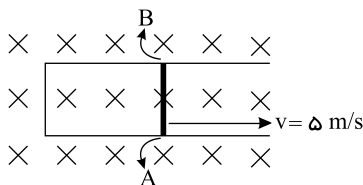
۲۶۲ در رابطه $\varepsilon_{av} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ، یکی ε_{av} ولت (V)، یکی $\Delta \Phi$ وبر (Wb) و یکی Δt ثانیه (s) است. بنابراین وبر بر ثانیه ($\frac{Wb}{s}$) برابر با یکی ولت (V) است.

۲۶۳ با استفاده از قانون القای فاراده داریم:

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow \left| -NAB \frac{\cos \theta_2 \cos \theta_1}{\Delta t} \right|$$

$$\Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = \left| -1000 \times (3 \times 10^{-2} m^2) (5 \times 10^{-5} T) \frac{(0 - 1)}{2 \times 10^{-2} s} \right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 7.5 \times 10^{-3} V$$

۲۶۴



با حرکت میله به سمت راست مساحت حلقه و در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از حلقه افزایش می‌یابد بنابراین باید جریان القایی پادساعتگرد باشد تا میدان مغناطیسی برون‌سوی آن با افزایش شار مخالفت کند.

نیروی محرکه القایی در مسانلی که یک سیم بر روی یک قاب U شکل حرکت می‌کند از رابطه $\bar{\varepsilon} = BLv$ به دست می‌آید. داریم:

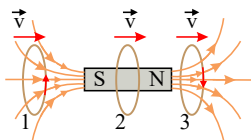
$$\mathcal{E} = BvL \sin \alpha = 1 \times 5 \times 0.6 \sin 90^\circ = 3 V$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{3}{2} = 1.5 A$$

۲۶۵ در حالت (۱) جریان القایی در جلوی حلقه روبه‌بالا است؛ چون با نزدیک کردن حلقه به قطب S آهنربا، میدان مغناطیسی چپ به راست آهنربا در محل حلقه در حال افزایش است و باید با ایجاد میدان القایی راست به چپ، با افزایش شار مخالفت شود. (یا به عبارتی باید قطب S حلقه در سمت راست آن باشد)

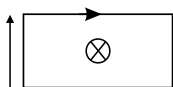
در حالت (۲) میدان مغناطیسی از چپ به راست و ثابت است؛ پس شار مغناطیسی تغییر نمی‌کند و جریان القایی نداریم.

در حالت (۳) جهت جریان القایی در جلوی حلقه روبه‌پایین است؛ چون میدان مغناطیسی چپ به راست در محل حلقه در حال کاهش است، پس باید با ایجاد میدان مغناطیسی القایی چپ به راست با کاهش شار مخالفت شود. (یا به عبارتی قطب S حلقه باید سمت چپ آن قرار گیرد)



۲۶۶ میدان ناشی از سیم راست درون حلقه، درونسو است. با توجه به جهت جریان القایی، میدان القایی درون حلقه برونسو (خلاف جهت میدان اصلی) است؛ بنابراین جریان سیم در حال افزایش بوده است.

۲۶۷



پیچه در حال دور شدن از سیم است، پس در محل پیچه میدان درون‌سویی از طرف سیم حامل جریان ایجاد شده است که در حال کاهش است. بنابراین طبق قانون لنز جریان طوری القا می‌شود که از کاهش شار جلوگیری کند یعنی جریان القایی در پیچه به‌صورت ساعت‌گرد خواهد بود تا میدان القایی هم‌جهت با میدان اولیه سیم باشد.

۲۶۸ چون جهت جریان القایی در سیم‌لوله در جهتی است که سمت راست سیم‌لوله تبدیل به قطب N آهن‌ریا شده است، پس جهت حرکت آهن‌ریا به‌سمت چپ بوده است. زیرا طبق قانون لنز باید جهت جریان القایی به‌گونه‌ای باشد که آثار مغناطیسی آن با تغییرات شار به وجود آمده مخالفت کند. (قطب N آهن‌ریا در حال نزدیک شدن به سیم‌لوله بوده پس جریان القایی طوری ایجاد شده که از جلو آمدن قطب N آهن‌ریا جلوگیری کرده باشد)

۲۶۹

الف) $r = 0.1 \text{ m} \Rightarrow A = \pi r^2 = \pi \times 10^{-2} \text{ m}^2$

$$|\mathcal{E}| = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| -N A \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \theta \right| = \left| -1 \times \pi \times 10^{-2} \times \frac{0.9 - 0.3}{0.2} \times 1 \right| \Rightarrow |\mathcal{E}| = 3\pi \times 10^{-2} \text{ V}$$

ب) چون میدان درون‌سو در حلقه افزایش یافته است پس طبق قانون لنز باید میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی به‌گونه‌ای باشد که میدان برون‌سو ایجاد کند تا با افزایش میدان درون‌سوی اولیه مخالفت کند پس جریان باید پادساعت‌گرد باشد.

۲۷۰ الف) در مرحله دوم بیشتر است. مرحله اول ورود حلقه به میدان و مرحله سوم خروج حلقه از میدان است. ولی در مرحله دوم تمام حلقه در میدان قرار می‌گیرد و شار عبوری از آن ثابت و ماکزیمم است.

$$\phi = BA \cos \theta$$

$$\phi_r = \phi_{\max} = BA = (20 \times 10^{-3}) \times (10 \times 10^{-2})^2 = 2 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

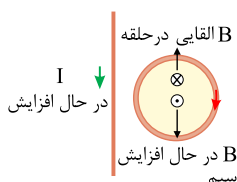
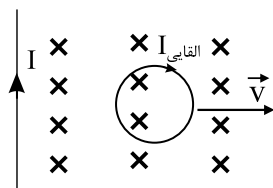
ب) در مرحله اول و سوم، شار عبوری از حلقه تغییر می‌کند؛ زیرا با ورود حلقه به میدان یا خروج از آن، مساحتی از حلقه که داخل میدان قرار می‌گیرد تغییر می‌کند.

مرحله اول	مرحله سوم
مرحله اول: با ورود حلقه به میدان، شار مغناطیسی در حال افزایش است؛ پس با جریان القایی پادساعت‌گرد میدان مغناطیسی برون‌سو ایجاد خواهد شد تا با افزایش شار مخالفت کند.	مرحله سوم: با خروج حلقه از میدان، شار مغناطیسی در حال کاهش است؛ پس با جریان القایی ساعت‌گرد میدان مغناطیسی درون‌سو ایجاد می‌شود تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند.

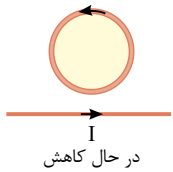
۲۷۱ شار عبوری از حلقه با افزایش مساحت آن، در حال افزایش است؛ پس باید میدان القایی ایجاد شده در حلقه، در خلاف جهت میدان اولیه باشد تا با افزایش شار مخالفت کند. یعنی جریان در حلقه پادساعت‌گرد است (جهت جریان در سیم عمودی از D به C است)، تا با ایجاد میدان برون‌سو با افزایش شار مخالفت کند.

۲۷۲ حلقه سمت چپ به موازات سیم حامل جریان در حرکت است؛ بنابراین فاصله آن با سیم تغییر نمی‌کند و به این ترتیب شار مغناطیسی گذرنده از این حلقه نیز ثابت می‌ماند و جریانی در آن القا نمی‌شود.

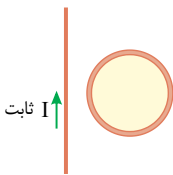
میدان مغناطیسی ناشی از سیم حامل جریان در محل حلقه سمت راست درون‌سو است و با دور شدن حلقه از سیم، میدان مغناطیسی درون‌سو در حال کاهش خواهد بود پس طبق قانون لنز باید جریان الکتریکی القایی ساعت‌گرد در حلقه ایجاد شود تا با ایجاد میدان مغناطیسی درون‌سو، با کاهش شار عبوری مخالفت کند.



الف) در این شکل میدان مغناطیسی ناشی از سیم در محل حلقه برون‌سو و در حال افزایش است، پس جهت جریان القایی باید طوری باشد که با افزایش این میدان برون‌سو مخالفت کند. یعنی باید درون‌سو درون حلقه ایجاد کند؛ پس جریان حلقه باید ساعت‌گرد باشد.

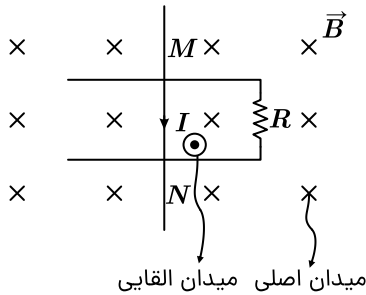


ب) میدان ناشی از سیم در محل حلقه برون‌سو و در حال کاهش است. پس باید جریان حلقه پادساعتگرد باشد و میدان القایی برون‌سو ایجاد کند که با کاهش شار مخالفت کرده باشد.



پ) چون جریان ثابت است، میدانی که در محل حلقه ایجاد می‌کند، تغییر نمی‌کند؛ در نتیجه شار عبوری از حلقه تغییر نمی‌کند و جریانی در آن القا نمی‌شود.

۲۷۴



گام اول: تعیین جهت حرکت میله MN بنابر قانون لنز جهت جریان القایی مخالف تغییر شار است. با توجه به جهت جریان القایی و قاعده دست راست، جهت میدان القایی برون‌سو است؛ یعنی، میدان القایی دارد با زیاد شدن شار مخالفت می‌کند. حرکت میله MN به سمت چپ، باعث زیاد شدن شار و ایجاد میدان القایی در جهت نشان‌داده شده است.

گام دوم: نیروی محرکه القایی را با کمک قانون اهم به دست می‌آوریم:

$$|\mathcal{E}| = IR = (0.5A) \times (3\Omega) = 1.5V$$

گام سوم: از رابطه القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

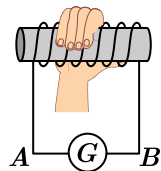
$$|\mathcal{E}| = \left| -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = B \frac{\Delta A}{\Delta t}$$

تغییر مساحت قاب در زمان Δt برابر است با:

$$\Delta A = \ell v \Delta t \Rightarrow |\mathcal{E}| = B \ell v \frac{\Delta t}{\Delta t} = B \ell v \Rightarrow 1.5V = (0.5T) \times (10 \times 10^{-2}m) \times v \Rightarrow v = \frac{1.5V}{(0.5T) \times (10^{-1}m)} = 30 \frac{m}{s}$$

مسافت پیموده شده در زمان Δt

۲۷۵



جریان القایی از A به B است. بنابر قانون لنز، میدان مغناطیسی القایی در سیم‌لوله باید در جهتی باشد که با نزدیک شدن آهن‌ربا مخالفت کند، یعنی سمت راست سیم‌لوله باید قطب N باشد. با قاعده دست راست، جریان سیم‌لوله را به گونه‌ای تعیین می‌کنیم که قطب N سمت راست و قطب S سمت چپ باشد. در چنین حالتی جریان از A به B است.

۲۷۶) با حرکت حلقه به سمت راست و خروج از میدان درون‌سو، شار درون‌سوی عبوری از حلقه کاهش می‌یابد؛ پس طبق قانون لنز، باید یک جریان القایی ساعتگرد در حلقه ایجاد شود، تا با تولید میدان القایی درون‌سو، با کاهش شار مخالفت کند.

۲۷۷) با توجه به رابطه محاسبه ضریب القاوری سیم‌لوله داریم:

$$\begin{aligned} \mu_0 &= 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A} \\ L &= \frac{\mu_0 N^2 A}{l} \\ L &= \frac{4\pi \times 10^{-7} \times (2000)^2 \times 5 \times 10^{-4}}{100 \times 10^{-2}} = \frac{4\pi \times 4 \times 5 \times 10^{-7} \times 10^6 \times 10^{-4}}{1} \\ \Rightarrow L &= 8\pi \times 10^{-4} H \end{aligned}$$

۲۷۸

$$\begin{aligned} I &= \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{7.2}{10+2} = \frac{7.2}{12} = 0.6A \\ U &= \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \times (6 \times 10^{-1})^2 = 1.8 \times 10^{-3} J \end{aligned}$$

۲۷۹) الف) در حالت کلی برای ضریب القاوری داریم:



$$L = \frac{A\mu_0 N^2}{\ell}$$

$$L = \frac{A\mu_0 N^2}{\ell} = \frac{(20 \times 10^{-3})(4\pi \times 10^{-7}) \times (1000)^2}{0.8} = 3 \times 10^{-3} H$$

(ب)

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow 0.4 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-3} I^2 \Rightarrow I^2 = \frac{8}{30} = \frac{4}{15} \Rightarrow I = \frac{2\sqrt{15}}{15} A$$

گام اول: جریان سیملوله را در لحظه $t = 4s$ به دست می‌آوریم: (۲۸۰)

$$I = (1.5 \times 4) + 4 = 10 A$$

گام دوم: اعداد داده‌شده را در رابطه انرژی قرار می‌دهیم:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow 0.25 J = \frac{1}{2} \times L \times (10 A)^2 \Rightarrow L = \frac{0.25}{\frac{1}{2} \times 100} = 5 \times 10^{-3} H = 5 mH$$

ابتدا جریان را در لحظه $t = 2$ محاسبه می‌کنیم: (۲۸۱)

$$I = 5t^2 - 10t + 20 \xrightarrow{t=2} I = 5(2)^2 - 10(2) + 20 = 20 A$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 0.02 \times (20)^2 = 4 J$$

می‌دانیم که انرژی ذخیره‌شده در القاگر از رابطه زیر محاسبه می‌شود: (۲۸۲)

$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

ضمناً به کمک نمودار پیداست که به ازای جریان $3 A$ انرژی ذخیره‌شده برابر با $0.27 J$ است. پس:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow 0.27 = \frac{1}{2} \times L \times 3^2 \Rightarrow L = \frac{2 \times 0.27}{9} = 0.06 H \Rightarrow L = 6 mH$$

(۲۸۳)

الف) و بر

ب) هانری

پ) می‌پرد، ثابت

گام اول: با قرار دادن $t = 2s$ در معادله داده‌شده برای I ، جریان را در آن لحظه به دست می‌آوریم: (۲۸۴)

$$I = 2^2 + 2 \sin \frac{\pi}{2} \Rightarrow I_{(t=2s)} = 4 A$$

گام دوم: جریان به دست آمده را در رابطه U قرار می‌دهیم:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow U_{(t=2s)} = \frac{1}{2} \times (0.02 H) \times (4 A)^2 = 0.16 J$$

گام اول: با توجه به داده‌های تمرین، ضریب القاوری سیملوله را به دست می‌آوریم. (۲۸۵)

$$l = 22 cm = 22 \times 10^{-2} m, A = 0.44 cm^2 = 0.44 \times 10^{-4} m^2$$

$$N = 2000, I = 1.7 A, L = ?, U = ?$$

$$L = \mu_0 \frac{N^2 A}{l} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times (2000)^2 \times 0.44 \times 10^{-4}}{22 \times 10^{-2}} \Rightarrow L = 32\pi \times 10^{-5} H$$

گام دوم: حالا انرژی ذخیره‌شده در سیملوله را به دست می‌آوریم.

$$U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 32\pi \times 10^{-5} \times (1.7)^2 \simeq 145 \times 10^{-5} J \Rightarrow U \simeq 1.45 \times 10^{-3} J$$

(الف) (۲۸۶)

$$l = 2.8 cm = 2.8 \times 10^{-2} m, A = 1.0 cm^2 = 1.0 \times 10^{-4} m^2, L = 1 H$$

$$N = ?, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$$

$$L = \mu_0 \frac{AN^2}{l} \Rightarrow N^2 = \frac{L \cdot l}{\mu_0 A} = \frac{1 \times 2.8 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7} \times 1.0 \times 10^{-4}} \simeq 0.22 \times 10^8$$

$$\Rightarrow N = \sqrt{0.22 \times 10^8} \simeq 0.47 \times 10^4 = 4700 \text{ دور}$$

(ب)



$$N_p = N_1, A_p = A_1, l_p = 2l_1, \frac{L_p}{L_1} = ?$$

با توجه به رابطه $L = \mu_0 \frac{N^2 A}{l}$ ، ضریب القاوری و طول سیملوله رابطه وارون دارند. بنابراین:

$$\frac{L_p}{L_1} = \frac{l_1}{l_p} = \frac{l_1}{2l_1} = \frac{1}{2}$$

ابتدا به کمک قانون اهم، جریان عبوری از سیملوله را می‌یابیم. داریم:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12V}{2 \times 10^{-2} \Omega} = 600A$$

$$U = \frac{1}{2} L I^2 = \frac{1}{2} \times (1.0 \times 10^{-2} H) (600A)^2 \Rightarrow U = 0.18J$$

با توجه به رابطه محاسبه ضریب القاوری سیملوله داریم:

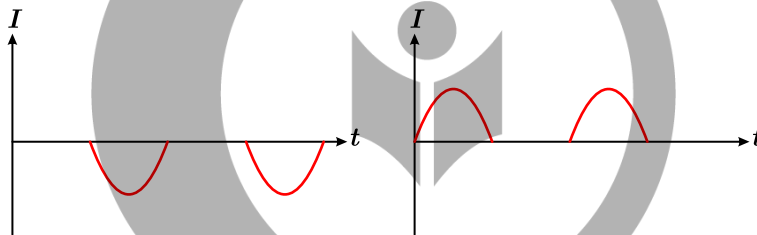
$$L = \frac{\mu_0 N^2 A}{\ell}$$

$$(600 \times 10^{-2} H) = \frac{(12 \times 10^{-2} \frac{T \cdot m}{A}) (N^2) (2 \times 10^{-2} m^2)}{(400 \times 10^{-1} m)}$$

$$N^2 = 10^6 \Rightarrow N = 1000 \text{ دور}$$

۲۸۹) خیر. در مدارهای با جریان الکتریکی مستقیم یا dc جریان و ولتاژ تغییر نمی‌کند بنابراین با عبور این جریان از یک سیم‌پیچ تغییر شاری به وجود نمی‌آید. اساس کار مبدل‌ها، بر پایه القای نیرو محرکه الکتریکی که به‌خاطر تغییر در شار مغناطیسی عبورکننده از دو سیم‌پیچ ایجاد می‌گردد، بنا نهاده شده است. هنگامی که جریان عبوری از سیم‌پیچ اولیه تغییر می‌کند شار ایجادشده در آن از طریق هسته مشترک، از سیم‌پیچ ثانویه عبور کرده و در آن نیرو محرکه القایی پدید می‌آید. بنابراین مبدل‌ها ویژه جریان متناوب یا ac هستند.

۲۹۰) در این حالت دیود، به آن قسمت از جریان متناوب که هم‌جهت با فلش روی دیود است، اجازه عبور می‌دهد و به قسمت دیگری از جریان متناوب که هم‌جهت با فلش نیست، اجازه عبور نمی‌دهد. بنابراین جریان یا فقط بخش مثبت و یا بخش منفی را عبور می‌دهد و بخش دیگر را حذف می‌کند، یعنی:



۲۹۱) الف) برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور باید تا جایی که امکان دارد از ولتاژهای بالا و جریان‌های کم استفاده کرد تا اتلاف انرژی در خطوط انتقال نیرو کاهش یابد. به این ترتیب با کاهش جریان، امکان استفاده از سیم‌های نازک‌تر و مصرف مواد اولیه کمتر فراهم می‌شود. ب) برای کاهش دادن جریان و افزایش ولتاژ، از مبدل‌های الکتریکی استفاده می‌شود که تعداد دور ثانویه آنها بسیار بیشتر از تعداد دور اولیه آنها باشد:

$$\frac{N_p}{N_1} = \frac{V_p}{V_1} = \frac{I_1}{I_p}$$

۲۹۲) ابتدا معادله جریان متناوب را می‌نویسیم و سپس زمان داده‌شده را در معادله جای‌گذاری می‌کنیم تا جریان در آن لحظه به دست بیاید. سپس از قانون اهم، نیرو محرکه را به دست می‌آوریم:

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.01} = 200\pi \frac{rad}{s}$$

$$I = I_{max} \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow I = 5 \sin 200\pi t$$

$$t = \frac{1}{1200} s \Rightarrow I = 5 \sin \frac{200\pi}{1200} = 5 \sin \frac{\pi}{6} = \frac{5}{2} \Rightarrow I = 2.5A$$

$$\mathcal{E} = RI \Rightarrow \mathcal{E} = 15 \times 2.5 = 37.5V$$

$$\phi = \phi_{max} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \Rightarrow \frac{1}{2} \phi_{max} = \phi_{max} \cos \frac{2\pi}{T}t \Rightarrow \cos \frac{2\pi}{T}t = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2\pi}{T}t = \frac{\pi}{3}$$

$$I = I_{max} \sin \frac{2\pi}{T}t \Rightarrow I = I_{max} \sin \frac{\pi}{3} \Rightarrow \frac{I}{I_{max}} = \sin \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

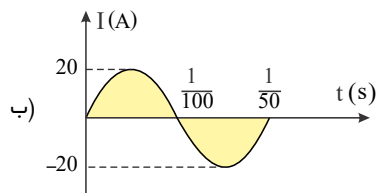
۲۹۴) الف) افزایش ب) دارد ج) زاویه α د) دوره



۲۹۵

الف) $I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow I = 20 \sin \frac{2\pi}{\frac{1}{50}} t \Rightarrow I = 20 \sin 100\pi t$

$\varepsilon = RI \Rightarrow \varepsilon = 10 \times 20 \sin 100\pi t = 200 \sin 100\pi t$



الف) ۲۹۶

$T = 0.02 \text{ s}, I_{\max} = 2 \text{ A}$

$I = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t$

$I = 2 \sin \frac{2\pi}{0.02} t = 2 \sin 100\pi t$

برای آنکه جریان بیشینه باشد، $\sin 100\pi t$ باید برابر ۱ باشد. پس داریم:

$\sin 100\pi t = 1 \Rightarrow \sin 100\pi t = \sin \frac{\pi}{2}$

$100\pi t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{200} \text{ s}$

در این لحظه داریم:

$\varepsilon_m = I_m R = 2 \times 5 = 10 \text{ V}$

ب)

$I = 2 \sin 100\pi t \xrightarrow{t=\frac{1}{200}} I = 2 \sin 100\pi \times \frac{1}{200} \Rightarrow I = 2 \sin \frac{\pi}{2} = \sqrt{2} \text{ A}$

کاهش. تبدیلی که تعداد دورهای اولیه آن (N_1) بیشتر از تعداد دورهای ثانویه (N_2) باشد، مبدل کاهنده است و ولتاژ را کاهش می‌دهد. ۲۹۷

الف) گام اول: معادله جریان متناوب را براساس داده‌های مسئله می‌نویسیم: ۲۹۸

$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow I = 5 \sin \frac{2\pi}{0.04} t \Rightarrow I = 5 \sin 50\pi t$

گام دوم: بیشینه جریان هنگامی اتفاق می‌افتد که $\sin \frac{2\pi}{T} t = 1$ باشد.

$\sin 50\pi t = 1 \Rightarrow 50\pi t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{100} \text{ s}$

ب) نیروی محرکه القایی در این لحظه بیشینه است و از رابطه اهم تعیین می‌شود:

$\varepsilon_m = I_m R = (5 \text{ A}) \times (10 \Omega) = 50 \text{ V}$

الف) ۲۹۹

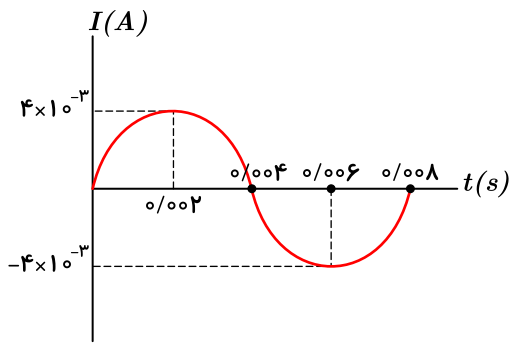
$t_1 = 2 \text{ ms} = 2 \times 10^{-3} \text{ s} \Rightarrow I = 4 \times 10^{-3} \sin(250\pi \times 2 \times 10^{-3}) =$

$(4 \times 10^{-3}) \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) = 4 \times 10^{-3} \text{ A}$

$t_2 = 8 \text{ ms} = 8 \times 10^{-3} \text{ s} \Rightarrow I = 4 \times 10^{-3} \sin(250\pi \times 8 \times 10^{-3}) =$

$(4 \times 10^{-3}) \sin \pi = 0$

ب) نمودار جریان متناوب، یک نمودار سینوسی است.



$$\frac{2\pi}{T} = 250\pi \Rightarrow T = \frac{2\pi}{250\pi} = 0.008$$

$$\frac{N_1}{N_r} = \frac{V_1}{V_r} \Rightarrow \frac{N_1}{N_r} = \frac{V_1}{\frac{1}{r_o} V_1} \Rightarrow \frac{N_r}{N_1} = \frac{1}{r_o}$$

برای مبذل‌های آرمانی داریم: ۳۰۰

