



بیستوفیل

فیزیک یازدهم
تجربی





نوטר وفیل خونه رتبه برترها

قبولی های کنکور ۱۴۰۴



تک رقمی نوטר وفیل

رتبه ۸
ایمان نیک نام جهرمی

دو رقمی های نوטר وفیل

رتبه ۳۲
امیر محمد رضائی

رتبه ۲۰
سینا راضی

رتبه ۱۶
آریا قهرمانی

رتبه ۱۴
امیر محمد کیانی

رتبه ۸۰
محمد مهدی شریفی

رتبه ۷۵
محمد صالح عارفی

رتبه ۶۱
بهار هلالی

رتبه ۵۹
ایمان انفرادی

رتبه ۵۵
مهسا سیاوشی

سه رقمی و چهار رقمی های نوטר وفیل

رتبه ۲۲۲
امیر محمد شکوهی

رتبه ۱۶۹
هانیه خواجه

رتبه ۱۶۰
اشکان کوثری

رتبه ۱۴۷
محدثه حیدری

رتبه ۴۳۲
سید محمد صادق حسینی

رتبه ۳۴۱
حمید رضا بشیری

رتبه ۳۰۸
سید علی اکرمی

رتبه ۲۷۱
فاطمه سادات موسوی

رتبه ۲۵۹
ابوالفضل ناصریان

رتبه ۵۳۹
نجمه کبختا

رتبه ۵۳۷
ریحانه حیدری

رتبه ۵۲۳
فاطمه شاهسونند

رتبه ۵۱۴
محمد پارسا عبدالله آبادی

رتبه ۴۷۳
زهره بابائی

رتبه ۶۶۱
فاطمه اصغری

رتبه ۶۰۶
سجاد محمودی زاده

رتبه ۵۷۰
زهره ولی نژاد

رتبه ۵۵۷
محمد صالح زارعی

رتبه ۵۴۶
حسین تقضلی نژاد

رتبه ۷۸۱
احسان قنبری

رتبه ۷۱۴
محمد یزدیان

رتبه ۶۹۱
بهار ضرغامی

رتبه ۶۷۲
محمد ماهان عنبرستانی

رتبه ۶۶۷
سیاوش مصطفایی

رتبه ۹۰۹
کیمیا فدائی

رتبه ۸۹۳
فاطمه مشاوری نجف آبادی

رتبه ۸۰۴
آرمین رضایی

رتبه ۸۰۳
ماتده رنجبر

رتبه ۷۸۶
نیما غفاری

رتبه ۱۱۲۷
زهره بابائی

رتبه ۱۱۲۲
علی طاهر زاده

رتبه ۱۰۵۸
الینا جلالی فر

رتبه ۱۰۵۲
پویان فریور افشار

رتبه ۹۴۷
صفورا بقائی

رتبه ۱۳۵۰
علی زینلی

رتبه ۱۲۸۴
فاطمه معین زاده

رتبه ۱۲۸۴
بهار امیری

رتبه ۱۲۳۶
مبینا ایزدی

رتبه ۱۲۳۴
مطهره توحیدی

رتبه ۱۵۰۳
فاطمه رحیم زاده

رتبه ۱۴۹۳
محمد مهدی خرم زاده

رتبه ۱۴۸۳
سینا خاوری خراسانی

رتبه ۱۴۲۴
سید امیر حسین حسینی

رتبه ۱۳۷۲
پارسا رضایی

رتبه ۱۶۹۶
ندا ملک شاهی

رتبه ۱۶۷۸
سجاد ینکی

رتبه ۱۶۳۹
ابوالفضل نیرومند

رتبه ۱۶۲۸
امیر محمد فکور حقیقی

رتبه ۱۵۳۴
فاطمه عبیری

رتبه ۲۵۵۹
سارا حمزه

رتبه ۲۰۱۵
علی شیرزاد

رتبه ۱۹۶۶
مهسا رضایی مقدم

رتبه ۱۷۵۴
هلیا حاجیلوئی

رتبه ۱۷۳۱
محمد رضا محسنی

رتبه ۲۷۹۴
مریم بادلی

رتبه ۲۷۸۱
سعید شبانی

رتبه ۲۷۵۱
فهمیه سید آبادی

رتبه ۲۷۱۱
محمد غلامی

رتبه ۲۶۲۵
زهره جمعی

رتبه ۳۳۴۳
سینا ارزمانی

رتبه ۳۲۴۴
هلیا سجادی

رتبه ۳۱۳۳
صبا شایع ثانی

رتبه ۲۸۸۱
پارسا جمال امیدی

رتبه ۲۸۱۰
هدیه رحیمی



مشاوره کنکور نوتروفیل

بیستوفیل فیزیک (تجربی)

فصل ۱ یازدهم

سال یازدهم

تجربی

فهرست

فصل اول : الکتریسیته ساکن

- ۱ بار الکتریکی - پایداری و کوانتیده بودن بار الکتریکی
- ۲ قانون کولن - برابند نیروهای الکتریکی
- ۳ میدان الکتریکی - برابند میدان های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت
- ۵ انرژی پتانسیل الکتریکی
- ۷ پتانسیل الکتریکی - رابطه اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه میدان الکتریکی یکنواخت
- ۹ توزیع بار الکتریکی در اجسام رسانا
- ۱۰ خازن - انرژی خازن



فصل اول : الکتروسیسته ساکن



بار الکتريکی - پايستگي و کوانتیده بودن بار الکتريکی

۱ درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه‌های «درست» یا «نادرست» مشخص کنید.

الف بار الکتريکی یک جسم نمی‌تواند هر مقدار دلخواهی را داشته باشد.

۲ میله شیشه‌ای را با پارچه ابریشمی مالش می‌دهیم، سپس آن را به کلاهک الکتروسکوپی با بار مثبت نزدیک می‌کنیم ورقه‌های الکتروسکوپ به هم نزدیک‌تر می‌شوند یا دورتر؟ چرا؟

انتهای مثبت سری
شیشه
نایلون
ابریشم
انتهای منفی سری

۳ در هریک از موارد زیر عبارت صحیح را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف جمله «مجموع جبری همه بارهای الکتريکی در یک دستگاه منزوی ثابت است.» بیانگر اصل (پایستگی - کوانتیده بودن) بار است.

ب بار اضافی داده‌شده به رسانا در سطح (خارجی - داخلی) آن توزیع می‌شود.

پ با دور شدن از بار نقطه‌ای اندازه میدان الکتريکی (افزایش - کاهش) می‌یابد.

۴ در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف طبق اصل (پایستگی - کوانتیده بودن) بار، همواره بار الکتريکی جسم، مضرب درستی از بار بنیادی e است.

۵ یک الکتروسکوپ دارای بار الکتريکی منفی است. یک میله شیشه‌ای که با پارچه ابریشمی مالش داده شده به آرامی به آن نزدیک می‌کنیم برای تیغه الکتروسکوپ چه رخ می‌دهد؟

۶ به جسمی $10^{-10} \times 270$ الکترون اضافی داده شده است. بزرگی بار الکتريکی و نوع بار جسم را تعیین کنید.

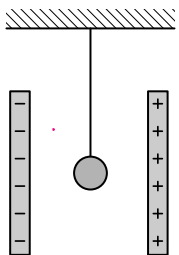
۷ دو کره رسانای مشابه با بارهای $q_1 = -8 \mu C$ و $q_2 = 24 \mu C$ را با یک سیم رسانا به هم وصل می‌کنیم و سپس جدا می‌کنیم.

الف بار هر یک از کره‌ها چقدر می‌شود؟

ب کدام کره و به چه تعداد الکترون می‌گیرد؟

۸ یک جسم به وسیله مالش دارای بار الکتريکی شده است. کدام گزینه زیر می‌تواند مقدار بار الکتريکی آن برحسب کولن باشد؟ (اندازه بار الکتريکی هر الکترون 1.6×10^{-19} کولن است).

(۱ 4×10^{-19}) (۲ 8×10^{-19})



۹ در شکل زیر، گلوله رسانای سبک و بدون بار توسط نخ عایقی میان دو صفحه 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.

۱۰ با ذکر دلیل بگویید، اگر یک میله فلزی خنثی را به آرامی به کلاهک الکتروسکوپ بارداری نزدیک کنیم، برای ورقه‌های الکتروسکوپ چه اتفاقی رخ می‌دهد؟



۱۱ کدامیک از گزینه‌های زیر می‌تواند بار الکتریکی یک جسم باشد؟ چرا؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

الف) $8 \times 10^{-10} nC$ ب) $4 \times 10^{-10} nC$

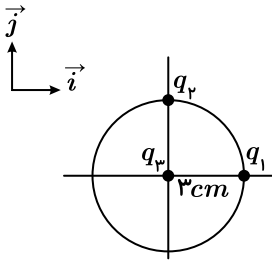
قانون کولن - برابند نیروهای الکتریکی

۱۲ دو بار نقطه‌ای $q_1 = 4 \mu C$ و $q_2 = 3 \mu C$ در فاصله r از هم قرار دارند، اگر نیروی بین این دو بار $2.7 N$ باشد، فاصله دو بار چند متر

است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)

۱۳ دو ذره باردار $q_1 = 40 nC$ و $q_2 = -30 nC$ روی محیط دایره‌ای به شعاع $3 cm$ قرار دارند. نیروی خالص وارد بر بار $q_3 = 20 nC$ را

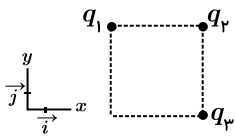
که در مرکز دایره واقع است، رسم کنید و آن را برحسب بردارهای یکته $(\vec{i}, \vec{j})$ بنویسید. ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)



۱۴ سه ذره باردار q_1, q_2, q_3 مطابق شکل روبه‌رو در سه رأس مربعی به ضلع $3 cm$ ثابت شده‌اند. نیروی خالص الکتریکی وارد بر بار q_2 را

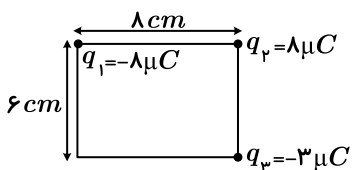
برحسب بردارهای یکته $\vec{i}$ و $\vec{j}$ تعیین کنید.

($q_1 = 3 nC$ $q_2 = 2 nC$ $q_3 = -4 nC$ $k = 9 \times 10^9 N \cdot m^2 / C^2$)



۱۵ دو بار $q_1 = 25 \mu C$ و $q_2 = 16 \mu C$ در فاصله $27 cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. بار q_3 را در چه فاصله‌ای از q_2 قرار دهیم تا اندازه نیروی

خالص وارد بر q_3 صفر شود؟

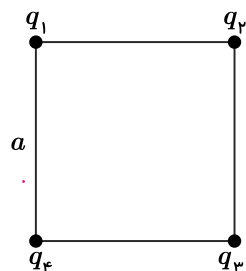


۱۶ سه بار الکتریکی در رأس‌های مستطیلی مطابق شکل زیر قرار دارند. نیروی وارد بر بار q_2 چند

نیوتون است؟

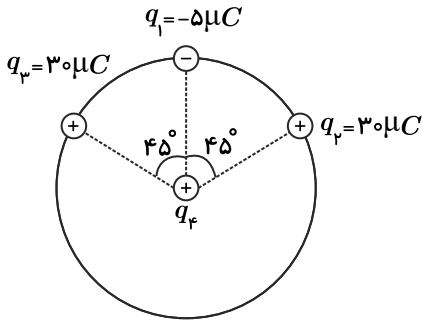
۱۷ چهار ذره باردار q_1, q_2, q_3, q_4 مطابق شکل در چهار رأس مربعی ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_3 = 5 \mu C$ باشد، نوع و اندازه بار q_2

(برحسب میکروکولن) را طوری تعیین کنید که بار q_4 در حال تعادل باشد.





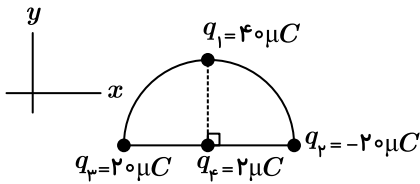
۱۸ مطابق شکل، سه ذره باردار روی محیط دایره‌ای به شعاع 3 cm قرار دارند. اندازه نیروی الکتریکی خالص وارد بر ذره $q_f = 2\mu\text{C}$ که در مرکز دایره قرار دارد را به دست آورید و بردار نیروی خالص را رسم کنید. $(\sqrt{2} \simeq 1.4, k = 9 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2})$



۱۹ سه ذره باردار $q_A = 5\mu\text{C}$, $q_B = -4\mu\text{C}$ و q_C در جای خود ثابت شده‌اند. اگر $AB = 1\text{ cm}$ و نیرویی که بار q_B به q_C وارد می‌کند به صورت $\vec{F}_{BC} = (-24\text{ N})\vec{j}$ باشد، برآیند نیروهای وارد بر q_B را برحسب بردارهای یک‌ه‌نویسید. (ثابت کولن در SI برابر 9×10^9 است.)



۲۰ مطابق شکل، چهار ذره باردار روی محیط و مرکز نیم‌دایره‌ای به شعاع 3 cm ثابت شده‌اند. نیرویی که بر بار q_f وارد می‌شود را برحسب بردارهای یک‌ه‌نویسید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2})$



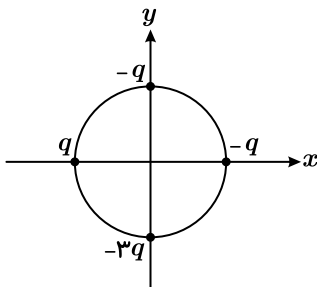
۲۱ کلمه درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف اندازه نیروی الکتریکی بین دو بار نقطه‌ای که در راستای خط واصل آنها اثر می‌کند، با (مربع فاصله - فاصله) بین بارها نسبت وارون دارد.

ب با خارج کردن دی‌الکتریک از بین صفحات خازن، حداکثر ولتاژ قابل تحمل خازن (افزایش - کاهش) می‌یابد.

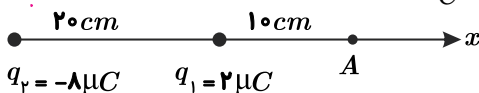
میدان الکتریکی - برآیند میدان‌های الکتریکی - خطوط میدان الکتریکی - میدان الکتریکی یکنواخت

۲۲ اگر در شکل مقابل، شعاع دایره 1 m و $q = 5\text{ nC}$ باشد، بزرگی میدان الکتریکی برآیند را در مرکز



دایره به دست آورید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2})$

۲۳ در شکل زیر اندازه و جهت میدان الکتریکی برآیند را در نقطه A به دست آورید. $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2})$



۲۴ آزمایشی طراحی کنید که با استفاده از آن بتوان طرح خطوط میدان الکتریکی اطراف دو بار نقطه‌ای هم‌اندازه و ناهم‌نام را مشاهده نمود.

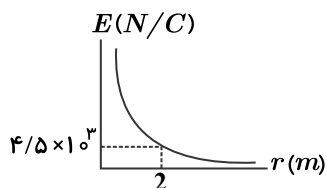
۲۵ درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را با واژه «درست» یا «نادرست» مشخص کنید.



الف خطوط میدان الکتریکی برابند می‌توانند در هر نقطه فضا یکدیگر را قطع کنند.

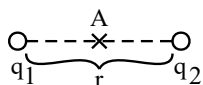
ب اگر ساختمان یک خازن را تغییر ندهیم، با دو برابر کردن اختلاف پتانسیل میان صفحه‌های آن، ظرفیت خازن ثابت می‌ماند.

۲۶ نمودار تغییرات میدان الکتریکی یک ذره باردار بر حسب فاصله، مطابق شکل روبه‌رو است. اندازه بار الکتریکی ذره چند کولن است؟
 $(k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2)$

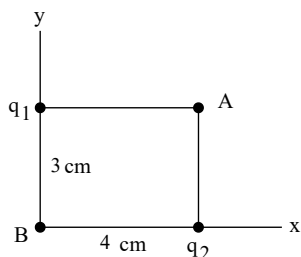


۲۷ ذره بارداری در یک میدان الکتریکی یکنواخت قائم رو به بالا، معلق و به حال سکون قرار دارد. نوع بار الکتریکی ذره را تعیین کنید.

۲۸ دو بار q_1 و q_2 در فاصله r از هم قرار دارند. برابند میدان الکتریکی در نقطه وسط فاصله بین دو بار $\vec{E}$ و به سمت راست شده است. اگر q_1 بار را حذف کنیم میدان الکتریکی $\frac{\vec{E}}{4}$ و به سمت چپ می‌شود، نسبت $\frac{q_1}{q_2}$ را به دست آورید.



۲۹ در شکل مقابل بردار میدان الکتریکی خالص یکای SI در نقطه A برابر $\vec{E} = 450\vec{i} - 200\vec{j}$ (در SI) است.

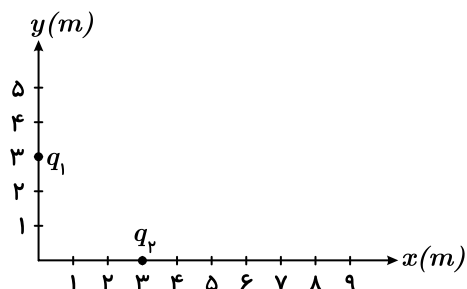


الف بردار میدان برابند را در نقطه B حساب کنید.

ب در چه فاصله‌ای از بار q_1 میدان خالص صفر می‌شود.

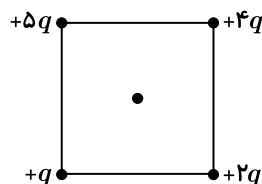
۳۰ شکل روبه‌رو دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 را در صفحه xy نشان می‌دهد. میدان الکتریکی

خالص در نقطه‌ای با مختصات $\begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix}$ را تعیین کنید.

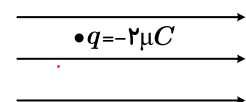


$$(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}, q_1 = -q_2 = 4 \mu\text{C})$$

۳۱ اگر در یک رأس مربعی بار q قرار گیرد، اندازه میدان الکتریکی حاصل از آن در مرکز مربع E است. حال اگر در چهار رأس همان مربع، بارهای الکتریکی مطابق شکل قرار گیرند، اندازه میدان الکتریکی در مرکز آن چند برابر E می‌شود؟



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



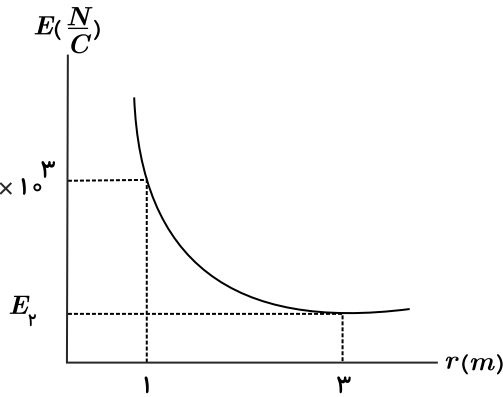
۳۳ در یک نقطه از فضا بر بار الکتریکی نقطه‌ای $q = -10 \mu\text{C}$ ، نیروی $\vec{F} = -300\vec{i} + 400\vec{j}$ بر حسب نیوتون وارد می‌شود. بردار میدان الکتریکی در این نقطه را به دست آورید.



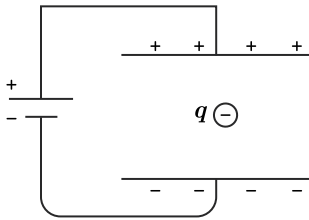
۳۴ نمودار بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای q بر حسب فاصله از آن مطابق شکل زیر است:

الف) اندازه بار الکتریکی چند میکروکولن است؟

ب) E_2 چند نیوتون بر کولن است؟

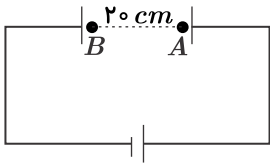


۳۵ مطابق شکل، ذره‌ای به جرم $5g$ و بار الکتریکی $-5\mu C$ ، بین دو صفحه رسانای موازی به حالت معلق قرار دارد. اگر شدت میدان الکتریکی برابر $\frac{N}{C}$ 8×10^3 باشد، اندازه نیروی شناوری رو به بالای وارد بر ذره را حساب کنید. ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



انرژی پتانسیل الکتریکی

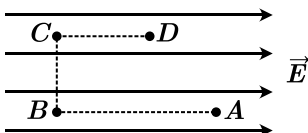
۳۶ با توجه به شکل:



الف) در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 6 \times 10^3 \frac{N}{C}$ ذره بارداری به جرم $2 \times 10^{-15} kg$ و بار $q = 3nC$ را مطابق شکل زیر از نقطه A بدون تندی اولیه رها می‌کنیم. تندی ذره به هنگام رسیدن به نقطه B به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از نقطه A، چند متر بر ثانیه است؟ (از وزن ذره و مقاومت هوا چشم‌پوشی شود)

ب) در حالی که صفحات رسانا به باتری متصل‌اند آنها را کمی از هم دور می‌کنیم، اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B چگونه تغییر می‌کند؟ (کاهش - افزایش - ثابت)

۳۷ مطابق شکل روبه‌رو، بار الکتریکی مثبت q را در یک میدان الکتریکی یکنواخت در مسیر ABCD از نقطه A تا D جابه‌جا می‌کنیم.



الف) کار نیروی الکتریکی در کدام مسیر صفر است؟

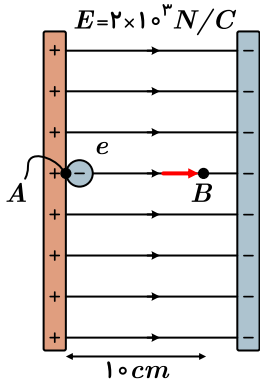
ب) انرژی پتانسیل الکتریکی این بار در مسیر CD چگونه تغییر می‌کند؟

پ) پتانسیل الکتریکی نقطه‌های A و B را با هم مقایسه کنید.



۳۸

در میدان الکتریکی یکنواخت نشان داده شده در شکل، الکترونی با سرعت v_A پرتاب و در نقطه B متوقف می‌شود. (بار الکترون $1.6 \times 10^{-19} C$ و جرم آن $9.1 \times 10^{-31} kg$ است.)



الف

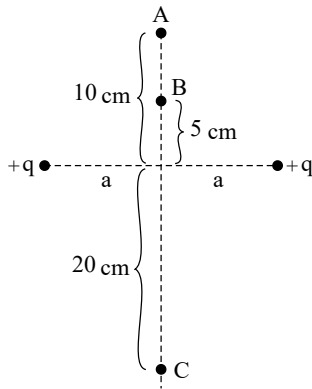
تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون در این جابه‌جایی چه مقدار است؟

ب

v_A را بیابید. (از نیروی وزن صرف‌نظر کنید.)

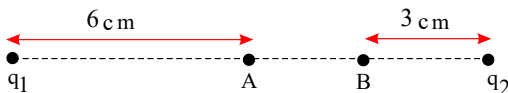
۳۹

مطابق شکل زیر دو بار الکتریکی نقطه‌ای هم‌اندازه و مثبت در فاصله مشخص از یکدیگر ثابت شده‌اند. یک بار نقطه‌ای منفی روی عمود منصف خط واصل دو بار با سرعت ثابت از نقطه A تا نقطه C جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی بار در نقاط A ، B و C را مقایسه کنید.



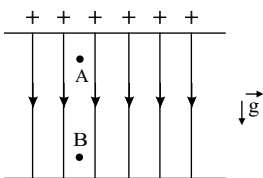
۴۰

دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 8 \mu C$ و $q_2 = 2 \mu C$ در دو نقطه و به فاصله $12 cm$ از یکدیگر ثابت شده‌اند. یک بار نقطه‌ای منفی را بین دو بار مطابق شکل زیر از نقطه A تا نقطه B با سرعت ثابت جابه‌جا می‌کنیم. انرژی پتانسیل الکتریکی بار در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟



۴۱

مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار $q = -32 \mu C$ و جرم $1.6 g$ ، در نقطه A با تندی $1 \frac{m}{s}$ در جهت خطوط میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $3000 \frac{N}{C}$ ، پرتاب شده و در نقطه B متوقف می‌شود. فاصله میان نقطه A و B چند میلی‌متر است؟ (از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنید و $g = 10 \frac{N}{kg}$)



۴۲

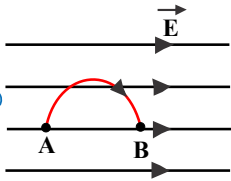
ذره‌ای به جرم $4g$ و بار الکتریکی $-2 \mu C$ روی خط راستی که با میدان الکتریکی به بزرگی $5 \times 10^5 \frac{N}{C}$ زاویه 37° می‌سازد، خلاف جهت میدان 1.2 متر حرکت می‌کند. اگر سرعت ذره در شروع جابه‌جایی $2 \frac{m}{s}$ باشد، سرعت آن در پایان جابه‌جایی چند $\frac{m}{s}$ خواهد شد؟ (از اصطکاک چشم‌پوشی کنید و $\cos 37^\circ = 0.8$)

۴۳

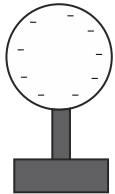
بار نقطه‌ای $(+q)$ را در مرکز دایره‌ای به شعاع R قرار داده‌ایم. اگر بار خیلی کوچک $(-q)$ را روی محیط دایره حرکت دهیم، انرژی پتانسیل الکتریکی سامانه و نیروی الکتریکی وارد بر بار $(-q)$ چگونه تغییر می‌کند؟



۴۴ مطابق شکل زیر، بار الکتریکی نقطه‌ای $q = 2\mu C$ را در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $\frac{N}{C}$ ۱۰۰۰ 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؟



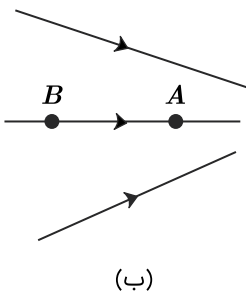
۴۵ در شکل زیر، ذره‌ی باردار مثبت و کوچکی را از نقطه‌ی A تا B جابه‌جا می‌کنیم. با ذکر دلیل بیان کنید:



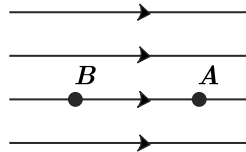
الف) کار نیروی الکتریکی مثبت است یا منفی؟

ب) انرژی پتانسیل الکتریکی ذره‌ی باردار در این جابه‌جایی چگونه تغییر می‌کند؟

۴۶ شکل‌های زیر، دو آرایش خطوط میدان الکتریکی را نشان می‌دهند. در هر آرایش، یک الکترون در نقطه‌ی A از حال سکون رها می‌شود و توسط میدان الکتریکی تا نقطه‌ی B شتاب می‌گیرد. در کدام شکل، سرعت الکترون در نقطه‌ی B بیشتر است؟ توضیح دهید؟ (فاصله‌ی A تا B در هر دو آرایش یکسان است).

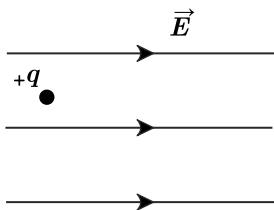


(ب)



(الف)

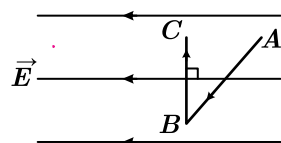
۴۷ در یک میدان الکتریکی یکنواخت و افقی به بزرگی $\frac{N}{C}$ 1.5×10^4 ، ذره‌ای با بار الکتریکی $q = 16\mu C$ از حال سکون رها می‌شود. اگر جرم ذره $m = 3.2 \times 10^{-8} g$ باشد، tendy ذره پس از طی مسیری افقی به طول $10 cm$ ، چند متر بر ثانیه می‌شود؟ (از نیروی وزن ذره و اتلاف انرژی صرف نظر کنید).



۴۸ مطابق شکل، بار $+q$ در میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ ، از حال سکون رها می‌شود.

ثابت کنید، tendy ذره پس از طی مسافت d در جهت خطوط میدان، از رابطه $v = \sqrt{\frac{2qEd}{m}}$ به دست می‌آید که در آن m ، جرم ذره است. (از کار نیروهای وزن و مقاومت هوا صرف نظر کنید).

پتانسیل الکتریکی - رابطه اختلاف پتانسیل دو نقطه و اندازه میدان الکتریکی یکنواخت



۴۹ مطابق شکل روبه‌رو، بار الکتریکی منفی، در میدان الکتریکی یکنواخت، مسیر $A \rightarrow B \rightarrow C$ را با سرعت ثابت می‌پیماید. خانه‌های خالی جدول صفحه بعد را با کلمه‌های (افزایش - کاهش - ثابت) پر کنید.

مسیر	پتانسیل الکتریکی (V)	انرژی پتانسیل الکتریکی (U)	میدان الکتریکی (E)
$A \rightarrow B$			
$B \rightarrow C$			

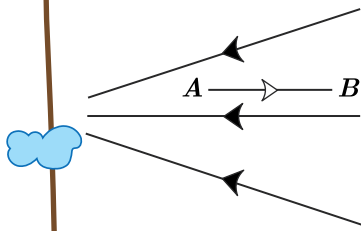




۵۰ مطابق شکل الکترونی را از نقطه A تا B در میدان الکتریکی جابه‌جا می‌کنیم.

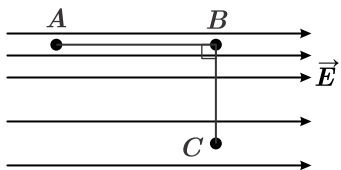
به کمک کلمات (افزایش - کاهش - ثابت - مثبت - منفی) جدول را کامل کنید.

اندازه میدان الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	انرژی پتانسیل الکتریکی	کار میدان الکتریکی
(الف)	(ب)	(پ)	(ت)



۵۱ الکترونی را مطابق شکل زیر از نقطه A به B و سپس به نقطه C منتقل می‌کنیم. به جای حروف الفبا در خانه‌های جدول کلمات (افزایش -

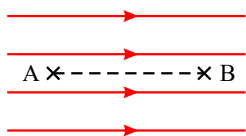
کاهش - ثابت) بنویسید.



مسیر	اندازه میدان الکتریکی	پتانسیل الکتریکی	انرژی پتانسیل الکتریکی
$A \rightarrow B$		(الف)	(ب)
$B \rightarrow C$	(پ)	(ت)	

۵۲ بار الکتریکی $q = -1 \text{ nC}$ از نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی $V_1 = 15 \text{ V}$ تا نقطه‌ای با پتانسیل V_2 آزادانه جابه‌جا می‌شود. اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q در این جابه‌جایی 10^{-7} J کاهش یابد. V_2 چند ولت است؟

۵۳ یک بار الکتریکی $q = +2 \text{ C}$ از نقطه A با پتانسیل 100 V به نقطه B درون میدان الکتریکی یکنواخت منتقل می‌شود و در نتیجه انرژی پتانسیل آن 200 J کاهش می‌یابد پتانسیل نقطه B چقدر است؟



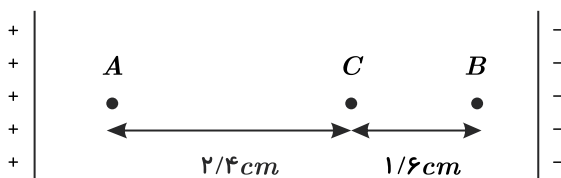
۵۴ بار الکتریکی $q = 1 \mu\text{C}$ در میدان الکتریکی یکنواخت $10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ در جهت خطوط میدان الکتریکی از نقطه A با پتانسیل 10 V به نقطه B با پتانسیل 50 V جابه‌جا شده است. مقدار این جابه‌جایی چقدر است؟

۵۵ ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -1 \mu\text{C}$ را موازی با خط‌های میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی 200 N/C و در جهت میدان به اندازه 1 m جابه‌جا کرده‌ایم. اگر در این جابه‌جایی انرژی جنبشی ذره 1 mJ افزایش یافته باشد، کاری که ما روی ذره انجام داده‌ایم. چند ژول است؟

۵۶ میان دو صفحه رسانای تخت و موازی به فاصله $d = 1 \text{ cm}$ و اختلاف پتانسیل 1000 V ذره‌ای با بار $q = -8 \mu\text{C}$ و جرم $2 \mu\text{g}$ 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)

۵۷ یک باتری 24 V ولتی در اختیار داریم. اگر بار $q = +4 \mu\text{C}$ از پایانه مثبت باتری تا پایانه منفی آن جابه‌جا شود، انرژی پتانسیل بار q چند میکروژول تغییر می‌کند؟

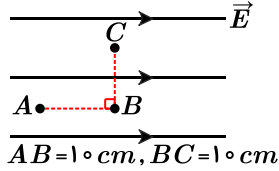
۵۸ در میدان الکتریکی یکنواخت زیر، اگر $V_A = 70 \text{ V}$ و $V_B = 20 \text{ V}$ باشد، V_C چند ولت است؟





۵۹ ذره‌ای با بار الکتریکی $q = 6\mu C$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطه A تا B جابه‌جا می‌شود. اگر کار نیروی میدان الکتریکی در این جابه‌جایی $30\mu J$ - و پتانسیل نقطه A برابر با $10V$ ولت باشد،
الف) ذره در جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کند یا خلاف جهت آن؟ چرا؟
ب) پتانسیل نقطه B را حساب کنید.

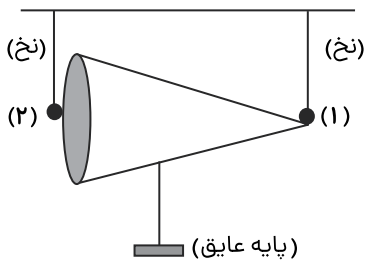
۶۰ ذره‌ی باردار مطابق شکل، مسیر $A \rightarrow B \rightarrow C$ را می‌پیماید. اگر کار میدان الکتریکی روی ذره در این مسیر $4\mu J$ + باشد،



الف) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در مسیر $A \rightarrow B$ چند میکروژول است؟
ب) نوع بار ذره چیست؟
ج) کدام نقطه (از بین نقاط A, B و C) بیشترین پتانسیل الکتریکی را دارد؟

توزیع بار الکتریکی در اجسام رسانا

۶۱ مطابق شکل دو آونگ فلزی خنثی در تماس با جسم فلزی دوکی شکل هستند، به کمک مولد واندوگراف به جسم دوکی شکل بار الکتریکی می‌دهیم:



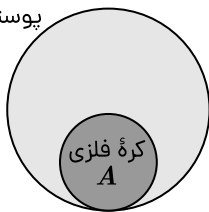
الف) چرا آونگ‌ها منحرف می‌شوند؟

ب) کدام آونگ بیشتر منحرف می‌شود؟ چرا؟

۶۲ چرا معمولاً شخصی که در هواپیماست از خطر آذرخش در امان است؟

۶۳ مولد واندوگراف چیست و اساس کار آن چگونه است؟

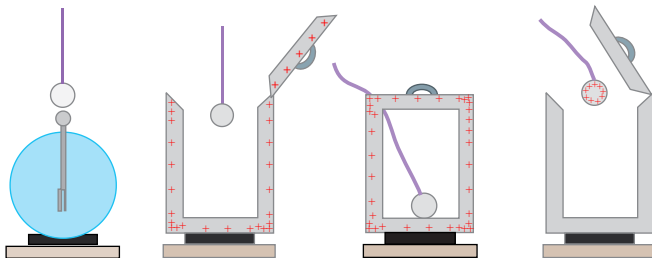
۶۴ کره فلزی A با بار $q_A = -6\mu C$ را مطابق شکل روبه‌رو به درون یک پوسته کروی با بار $q_B = 10\mu C$ تماس می‌دهیم و سپس جدا می‌کنیم. پس از تماس، بار کره و پوسته چند میکروکولن می‌شود؟



۶۵ ماهواره‌ای در اثر عبور از لایه‌های جو دارای بار الکتریکی $q = 4 \times 10^{-9} C$ می‌شود. اگر این ماهواره مکعبی به ضلع 40 cm باشد، چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح این ماهواره را محاسبه کنید. (از تجمع بار بر روی لبه‌ها چشم‌پوشی شود)

۶۶ الف) شکل زیر مراحل انجام کدام آزمایش را نشان می‌دهد؟

ب) نتیجه آزمایش را بیان کنید.

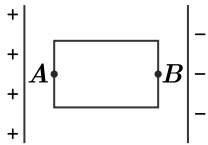


۶۷ آزمایشی طراحی کنید که نشان دهد تراکم بار الکتریکی در نقاط نوک‌تیز سطح جسم رسانای باردار، از نقاط دیگر آن بیشتر است.

وسایل مورد نیاز: جسم فلزی دوکی‌شکل - مولد واندوگراف - چند گلوله فلزی مشابه - الکتروسکوپ (برق‌نما)



۶۸ در شکل مقابل، یک جسم رسانا در میدان الکتریکی یکنواخت، در تعادل الکتروستاتیکی قرار دارد.

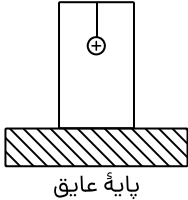


الف) آیا داخل این جسم میدان الکتریکی وجود دارد؟

ب) پتانسیل الکتریکی نقاط A و B را با هم مقایسه کنید.

۶۹ مطابق شکل، گوی باردار رسانایی درون ظرف رسانایی که روی پایه عایقی قرار دارد، از یک ریسمان عایق آویزان است. اگر ریسمان پاره

شود، پس از تماس گوی با ظرف، بار گوی و ظرف چگونه خواهد بود؟



خازن - انرژی خازن

۷۰ صفحات باردار یک خازن تخت که بین آنها شیشه است، به ولتسنج وصل می‌کنیم. با خارج کردن شیشه از بین صفحات خازن، عددی که ولتسنج نشان می‌دهد چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

۷۱ در مدار فلاش دوربین عکاسی خازنی وجود دارد که با ولتاژ ۲۰۰ ولت شارژ شده است. اگر فلاش دوربین عکاسی روشن شود، تخلیه انرژی در مدت $2 \times 10^{-3} s$ و با توان ۴۰۰۰ وات انجام می‌شود، ظرفیت خازن چند فاراد است؟

۷۲ خازن تختی که بین صفحات آن هواست، توسط یک باتری باردار شده است. آن را از باتری جدا می‌کنیم، هریک از تغییرات زیر چه تاثیری بر انرژی ذخیره شده در خازن ایجاد می‌کند؟
الف) قرار دادن دی الکتریک بین صفحات خازن
ب) کاهش مساحت صفحات خازن

۷۳ با توجه به اعداد روی خازن در شکل روبه‌رو:

الف) حداکثر انرژی‌ای که می‌توان در این خازن ذخیره نمود، چند ژول است؟

ب) اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل بیشتر از ۴۰۰ ولت متصل کنیم چه اتفاقی رخ می‌دهد؟



۷۴ پدیده فروریزش الکتریکی در خازن را توضیح دهید.

۷۵ ظرفیت خازن تختی $18 \times 10^{-9} F$ و مساحت هر یک از صفحه‌های آن $6m^2$ است. اگر بین صفحه‌های آن دی الکتریکی با ثابت ۵ پر

شده باشد، فاصله بین دو صفحه خازن چند متر است؟ $(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{F}{m})$

۷۶ مفاهیم زیر را تعریف کنید.

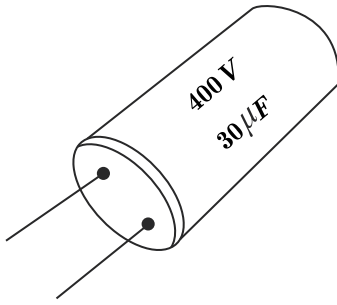
الف) اختلاف پتانسیل الکتریکی:

ب) چگالی سطحی بار:

ج) ظرفیت خازن:



۷۷ شکل زیر تصویری از یک خازن را نشان می‌دهد. عددهای نوشته شده روی خازن چه چیزی را نشان می‌دهند؟



۷۸ مساحت صفحه‌های موازی خازن تختی 2 cm^2 و فاصله میان آنها 1 mm است. اگر میدان الکتریکی بین صفحات خازن $1000 \frac{N}{C}$ باشد و

بین صفحه‌ها هوا قرار داشته باشد: $(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2})$

الف) ظرفیت خازن چند فاراد است؟

ب) انرژی ذخیره شده در خازن چند ژول است؟

۷۹ می‌خواهیم خازنی تخت با ظرفیت یک فاراد بسازیم که فاصله بین صفحات آن 9 mm و ثابت دی‌الکتریک بین صفحات آن ۵ باشد.

الف) مساحت صفحات خازن را حساب کنید. $(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{F}{m})$

ب) یک راه برای افزایش ظرفیت خازن پیشنهاد دهید.

۸۰ ظرفیت خازنی $12\text{ }\mu\text{F}$ و بار الکتریکی روی صفحات آن 3.5 mC است. اگر 3 mC بار الکتریکی را از صفحه منفی جدا کرده و به صفحه مثبت منتقل کنیم، انرژی ذخیره شده در خازن، چند ژول تغییر می‌کند؟



پاسخنامه تشریحی

۱
الف

درست

۲
الف

پایستگی

۳
الف

خارجی

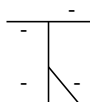
۴
پ

کاهش

۵
الف

کوانتیده بودن

۶
الف



همان طور که در شکل ملاحظه می شود بار منفی اولیه در تمام سطح الکتروسکوپ و میله و تیغه پراکنده است و تیغه باز است. با نزدیک کردن میله شیشه ای باردار که اکنون دارای بار مثبت و نسبتاً بزرگی است (در حالت کلی از مالش یک میله با پارچه بار بزرگی روی سطح میله و پارچه ایجاد می شود)

ابتدا بارهای منفی روی میله و تیغه به سمت کلاهک و به طرف بالا می آیند (جذب بار مثبت میله شیشه ای می شوند) و چون حرکت میله به آرامی بوده است ابتدا تیغه بسته می شود ولی با ادامه نزدیک کردن میله و به دلیل بزرگی بار آن، روی میله و تیغه الکتروسکوپ تفکیک بار رخ داده و الکترون های آزاد پایین، به طرف بالا و کلاهک آمده و دوباره تیغه باز می شود که البته در این حالت تیغه و پایین میله الکتروسکوپ دارای بار مثبت خواهند بود.

۷
الف

کره ها مشابه اند؛ پس، بار الکتریکی آنها پس از اتصال، با هم برابر می شود.

به کمک قانون پایستگی بار داریم:

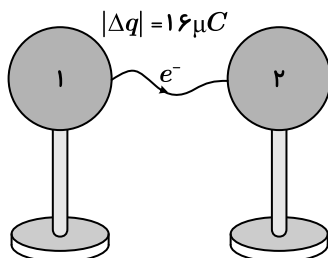
$$q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2 \Rightarrow q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{-8\mu C + 24\mu C}{2} = 8\mu C$$

۸
ب

بار کره (۱) منفی و بار کره (۲) مثبت است؛ بنابراین با تماس دو کره، الکترون ها از کره (۱) به کره (۲) می روند. از طرفی تعداد الکترون هایی که کره (۲) می گیرد، به مقدار بار

جابه جاشده بستگی دارد که برابر با $q'_2 - q_2$ است:

پس، اول بار جابه جاشده را به دست می آوریم:



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

۹
الف

بار الکتریکی باید مضرب صحیحی از $1.6 \times 10^{-19} C$ باشد. باید بررسی کنیم کدام گزینه مضرب صحیحی از بار پایه می شود. برای این کار، بار هر گزینه را تقسیم بر

$1.6 \times 10^{-19} C$ می کنیم.

گزینه ۱:

$$n = \frac{4 \times 10^{-19} C}{1.6 \times 10^{-19} C} = \frac{4}{1.6} = 2.5$$

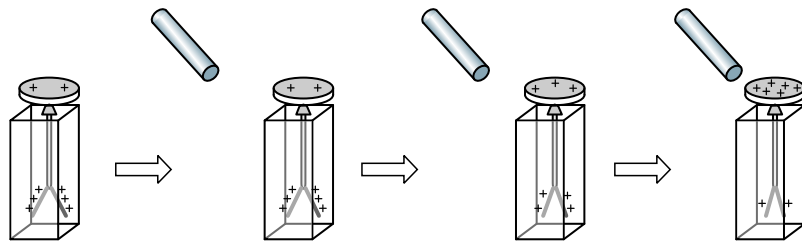
۲.۵ مضرب صحیح نیست.

گزینه ۲:

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

که این مقدار مضرب صحیح است.

۹ 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.



۱۰ 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.

۱۱ گزینه الف؛ زیرا بار الکتریکی جسم باید مضرب درستی از بار بنیادی (e) باشد.

عدد صحیح ۵ $\Rightarrow \frac{q}{e} = \frac{1.6 \times 10^{-10} \times 10^{-9}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5$ بررسی گزینه الف)

عدد غیر صحیح ۲٫۵ $\Rightarrow \frac{q}{e} = \frac{4 \times 10^{-10} \times 10^{-9}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.5$ بررسی گزینه ب)

(صفحه ۴ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

گزینه الف (۲٫۵، نمره)

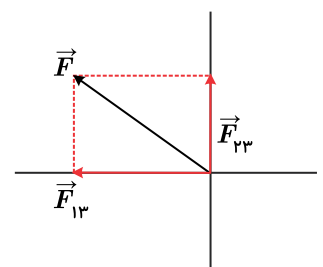
۲۵، نمره قابل قبول $\rightarrow n = \frac{1.6 \times 10^{-10} \times 10^{-9}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5 \rightarrow n = \pm 5$ (نمره ۲۵، نمره)

$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \rightarrow 2.7 = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{(r)^2} \Rightarrow r = 0.2 m$

$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \Rightarrow F_{12} = \frac{9 \times 10^9 \times 4 \times 10^{-9} \times 2 \times 10^{-9}}{9 \times 10^{-2}} = 8 \times 10^{-3} N$

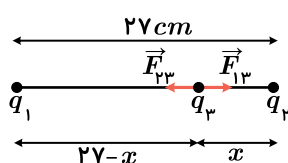
$F_{22} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-9} \times 2 \times 10^{-9}}{9 \times 10^{-2}} = 6 \times 10^{-3} N$

$\vec{F} = (-8 \times 10^{-3} N)\vec{i} + (6 \times 10^{-3} N)\vec{j}$



$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \quad F_{12} = \frac{9 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-9} \times 2 \times 10^{-9}}{9 \times 10^{-2}} \quad F_{12} = 6 \times 10^{-3} N$

$F_{22} = 8 \times 10^{-3} N \quad \vec{F}_T = 6 \times 10^{-3} \vec{i} - 8 \times 10^{-3} \vec{j}$



چون دو بار هم‌نام هستند، برای اینکه نیروی خالص وارد بر q_3 صفر شود، باید q_3 مطابق شکل مقابل بین دو بار و نزدیک بار کوچک‌تر قرار گیرد. همان‌طور که می‌بینید، اگر فاصله بین q_2 و q_3 را x در نظر بگیریم، فاصله بین دو بار q_1 و q_3 برابر $27 - x$ می‌شود.



نیروی خالص صفر شده است؛ پس:

$$\vec{F}_{13} + \vec{F}_{12} = 0 \Rightarrow \vec{F}_{13} = -\vec{F}_{12} \Rightarrow \vec{F}_{13} = \vec{F}_{12}$$

بنابراین با توجه به قانون کولن داریم:

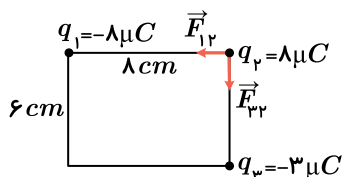
$$\frac{kq_1q_3}{r_{13}^2} = \frac{kq_2q_3}{r_{12}^2} \Rightarrow \frac{q_1}{r_{13}^2} = \frac{q_2}{r_{12}^2} = \frac{25\mu C}{(27cm - x)^2} = \frac{16\mu C}{x^2} \Rightarrow \frac{5}{27cm - x} = \frac{4}{x}$$

$$\Rightarrow 5x = 108cm - 4x \Rightarrow 9x = 108cm \Rightarrow x = \frac{108cm}{9} = 12cm$$

بنابراین باید بار q_3 را در ۱۲ سانتی‌متری q_2 و بین دو بار q_1 و q_2 قرار دهیم تا نیروی خالص وارد بر آن صفر شود.

۱۶

گام اول: جهت نیروهای وارد بر q_2 را مشخص می‌کنیم:



گام دوم: q_3 را در نظر نمی‌گیریم و نیروی وارد بر q_2 از طرف q_1 را به دست می‌آوریم. همان‌طور که در شکل بالا می‌بینید، این نیرو خلاف جهت $\vec{i}$ است:

$$\vec{F}_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r_{12}^2} = (9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}) \frac{(8 \times 10^{-6} C)(8 \times 10^{-6} C)}{(8 \times 10^{-2} m)^2} = 90 N \Rightarrow \vec{F}_{12} = (-90 N)\vec{i}$$

گام سوم: این دفعه q_1 را کنار می‌گذاریم و $\vec{F}_{23}$ را تعیین می‌کنیم، چون این نیرو در خلاف جهت $\vec{j}$ است، داریم:

$$\vec{F}_{23} = k \frac{|q_2||q_3|}{r_{23}^2} = (9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}) \frac{(8 \times 10^{-6} C)(3 \times 10^{-6} C)}{(6 \times 10^{-2} m)^2} = 60 N \Rightarrow \vec{F}_{23} = (-60 N)\vec{j}$$

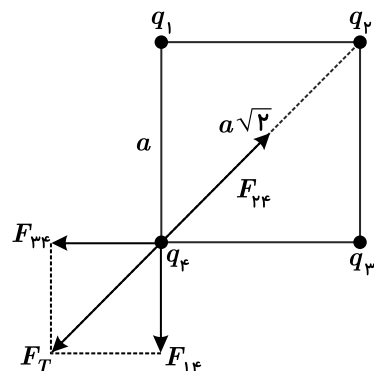
گام چهارم: با توجه به گام دوم و سوم، نیروی برابری برابر است با:

$$\vec{F}_T = (-90 N)\vec{i} + (-60 N)\vec{j}$$

اندازه F_T هم از رابطه روبه‌رو به دست می‌آید:

$$F_T = \sqrt{90^2 + 60^2} = \sqrt{11700} N$$

۱۷



$$F_{12} = F_{23} = k \frac{|q_1||q_2|}{a^2} = F$$

اگر برابری دو نیروی F_{12} و F_{23} را F_T بنامیم، داریم:

$$F_T - F_{23} = 0 \rightarrow F_T = F_{23} \rightarrow \sqrt{2}F = F_{23}$$

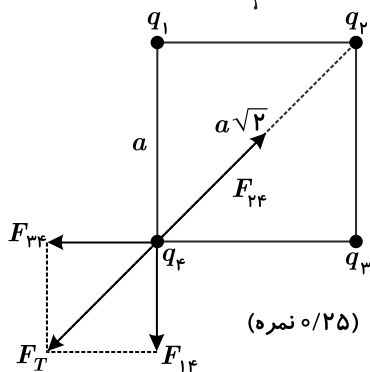
$$\sqrt{2}k \frac{|q_1||q_2|}{a^2} = k \frac{|q_2||q_3|}{(a\sqrt{2})^2} \rightarrow$$

$$\sqrt{2} \times \frac{5}{a^2} = \frac{|q_2|}{2a^2} \Rightarrow |q_2| = 10\sqrt{2} \mu C$$

نوع بار q_2 منفی است، تا نیروی ربایشی آن بر بار q_4 ، بتواند برابری نیروهای دیگر را خنثی کند.

(صفحه ۱۰ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:



$$F_{1f} = F_{2f} = k \frac{|q_1||q_f|}{a^2} = F \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\rightarrow \sqrt{2}F = F_{2f} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\sqrt{2}k \frac{|q_1||q_f|}{a^2} = k \frac{|q_2||q_f|}{(a\sqrt{2})^2} \rightarrow$$

$$|q_2| = 10\sqrt{2}\mu C \text{ (نمره ۲۵)}$$

(نمره ۵/۲۵)

نوع بار q_2 منفی است. (نمره ۵/۲۵)

۱۸

ابتدا برابری نیروهای F_{2f} و F_{3f} را به دست می‌آوریم (F_{2f}). این دو نیرو بر هم عمودند.

$$F_{2f} = \frac{k|q_2||q_f|}{r^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 30 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} = 6 \text{ N}$$

$$F_{2f} = F_{3f} = 6 \text{ N} \rightarrow F_{2,3} = \sqrt{6^2 + 6^2} = 6\sqrt{2} \approx 8.4 \text{ N}$$

$$F_{1f} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-2}} = 1 \text{ N}$$

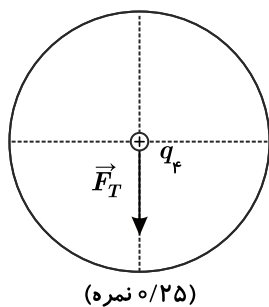
F_{1f} خلاف جهت $F_{2,3}$ است؛ پس نیروی خالص برابر با تفاضل $F_{2,3}$ و F_{1f} است:

$$F_T = F_{2,3} - F_{1f} = 8.4 - 1 = 7.4 \text{ N}$$

جهت نیروی خالص (F_T) به سمت بردار بزرگ‌تر، یعنی به سمت پایین است.

(صفحة ۹ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:



(نمره ۵/۲۵)

$$F_{2f} = F_{3f} = F = \frac{k|q_2||q_f|}{r^2} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$F = \frac{9 \times 10^9 \times 30 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(30 \times 10^{-2})^2} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\rightarrow F = 6 \text{ N} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$F_{2,3} = 6\sqrt{2} \approx 8.4 \text{ N} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$F_{1f} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{(30 \times 10^{-2})^2} = 1 \text{ N} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$F_T = 8.4 - 1 = 7.4 \text{ N} \text{ (نمره ۲۵)}$$

۱۹ ابتدا نیرویی که q_A بر q_B وارد می‌کند را محاسبه می‌کنیم. چون این دو ذره ناهمنام هستند، نیروی بین آنها از نوع جاذبه و جهت آن به سمت چپ است:

$$F = \frac{k|q_1q_2|}{r^2} \rightarrow F_{AB} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 18 \text{ N}$$

طبق قانون سوم نیوتون، نیرویی که q_C بر q_B وارد می‌کند، قرینه نیرویی است که q_B به q_C وارد می‌کند؛ بنابراین داریم:

$$\vec{F}_{CB} = -\vec{F}_{BC} = (24 \text{ N})\vec{j} \Rightarrow \vec{F}_B = (-18 \text{ N})\vec{i} + (24 \text{ N})\vec{j}$$

(صفحة ۹ کتاب درسی)

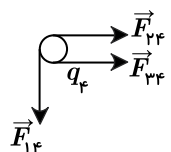
راهنمای تصحیح:

$$F = \frac{k|q_1q_2|}{r^2} \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow F_{AB} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^{-6}}{(0.1)^2} = 18 \text{ N} \text{ (نمره ۵)}$$

$$\vec{F}_{CB} = -\vec{F}_{BC} = (24 \text{ N})\vec{j} \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow \vec{F}_B = (-18 \text{ N})\vec{i} + (24 \text{ N})\vec{j} \text{ (نمره ۲۵)}$$

۲۰





$$F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow F_{12} = \frac{9 \times 10^9 \times 40 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 1000 N$$

$$F_{12} = F_{21} = \frac{9 \times 10^9 \times 20 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 400 N$$

$$\vec{F}_T = (1000 N)\vec{i} - (400 N)\vec{j}$$

(صفحة ۱۰ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$F = \frac{k|q_1 q_2|}{r^2} \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow F_{12} = \frac{9 \times 10^9 \times 40 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\Rightarrow F_{12} = 1000 N \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$F_{12} = F_{21} = \frac{9 \times 10^9 \times 20 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-6}}{9 \times 10^{-4}} = 400 N \text{ (نمره ۵)}$$

$$\vec{F}_T = (1000 N)\vec{i} - (400 N)\vec{j} \text{ (نمره ۵)}$$

۲۱

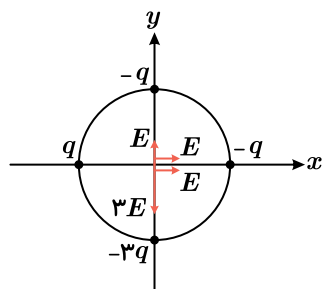
مربع فاصله

الف

کاهش

ب

۲۲

جهت میدان حاصل از هر یک از بارها در مرکز به صورت روبه‌رو می‌شود. اندازه میدان حاصل از بار q یا $-q$ هم به صورت زیر می‌شود:

$$-q \text{ از } q \text{ حاصل } E = k \frac{q}{r^2} = (9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}) (\frac{5 \times 10^{-9} C}{(1m)^2}) = 45 N/C$$

اندازه میدان حاصل از $-3q$ هم برابر $3E$ می‌شود.

حالا با توجه به شکل داریم:

$$\vec{E}_T = E\vec{i} + E\vec{i} + E\vec{j} - 3E\vec{j} = 2E\vec{i} - 2E\vec{j} = (2 \times 45 N/C)\vec{i} - (2 \times 45 N/C)\vec{j} \Rightarrow \vec{E}_T (90 N/C)\vec{i} - (90 N/C)\vec{j} \Rightarrow E = \sqrt{90^2 + 90^2} = 90\sqrt{2} N/C$$

۲۳

$$E = K \frac{|q|}{r^2}$$

$$E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(10 \times 10^{-2})^2} = 18 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

$$E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{|-8 \times 10^{-6}|}{(30 \times 10^{-2})^2} = 8 \times 10^5 \frac{N}{C}$$

$$\vec{E}_T = 18 \times 10^5 \vec{i} - 8 \times 10^5 \vec{i} = 10 \times 10^5 \vec{i} \frac{N}{C}$$

۲۴ درون یک ظرف شیشه‌ای مقداری پارافین مایع می‌ریزیم و داخل آن دو الکترود قرار می‌دهیم. الکترودها را به پایانه‌های یک مولد واندوگراف وصل می‌کنیم. سپس مقداری بذر چمن روی سطح پارافین می‌ریزیم. با روشن کردن مولد، سمت‌گیری دانه‌ها خطوط میدان الکتریکی را نمایش می‌دهد.

۲۵

نادرست

الف

درست

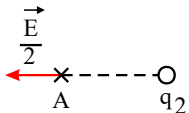
۲۶

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \quad 4.5 \times 10^3 = 9 \times 10^9 \frac{|q|}{4} \quad |q| = 2 \times 10^{-6} C$$

مثبت ۲۷

۲۸

وقتی بار q_1 حذف می‌شود، فقط بار q_2 در نقطه مورد نظر میدان الکتریکی ایجاد می‌کند:
چون میدان بار q_2 در نقطه A به سمت چپ است پس q_2 حتماً مثبت است.



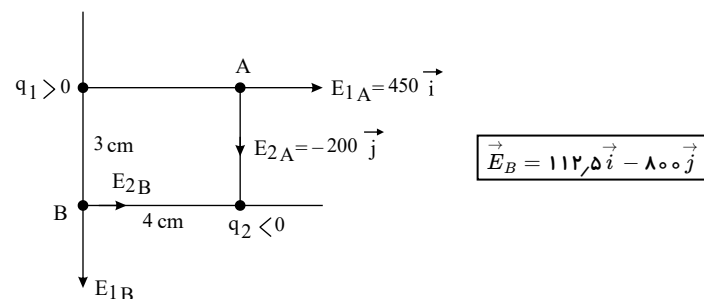
چون میدان برای $\vec{E}$ و به سمت راست بوده است پس حتماً میدان الکتریکی ناشی از بار q_1 باید دارای اندازه $1.5\vec{E}$ و به سمت راست بوده باشد تا پس از جمع شدن با میدان الکتریکی $1.5\vec{E}$ ناشی از بار q_2 که خلاف جهت آن است برابری برابر با $\vec{E}$ و به سمت راست ایجاد شده باشد:
و بار q_1 هم مثبت است. چون فاصله هر دو بار تا نقطه A یکسان است پس فقط اندازه بارها در مقدار میدان الکتریکی ناشی از دو بار تأثیر داشته یعنی داریم:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{1.5E}{0.5E} = 3$$

۲۹ الف) با توجه به میدان داده شده در نقطه A ، بدیهی است که $q_1 > 0$ و $q_2 < 0$ است. با یک مقایسه ساده بزرگی میدان ناشی از بارهای q_1 و q_2 در نقطه B را یافته و بردار میدان را در آنجا می‌یابیم.

$$\frac{E_{1B}}{E_{1A}} = \left(\frac{r_{1A}}{r_{1B}} \right)^2 \Rightarrow \frac{E_{1B}}{450} = \left(\frac{3}{4} \right)^2 \Rightarrow \frac{E_{1B}}{450} = \frac{9}{16} \Rightarrow E_{1B} = 800 (-\vec{j})$$

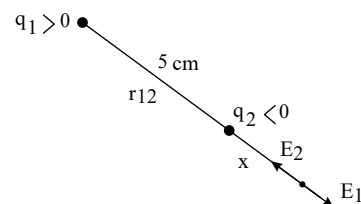
$$\frac{E_{2B}}{E_{2A}} = \left(\frac{r_{2A}}{r_{2B}} \right)^2 \Rightarrow \frac{E_{2B}}{200} = \left(\frac{3}{4} \right)^2 \Rightarrow \frac{E_{2B}}{200} = \frac{9}{16} \Rightarrow E_{2B} = 112.5 (+\vec{i})$$



ب) ابتدا نسبت بارهای q_1 و q_2 و فاصله آنها از هم را می‌یابیم.

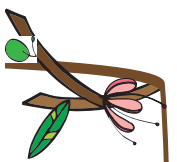
$$\frac{E_{1A}}{E_{2A}} = \frac{|q_1|}{|q_2|} \left(\frac{r_{2A}}{r_{1A}} \right)^2 \Rightarrow \frac{450}{200} = \frac{|q_1|}{|q_2|} \times \left(\frac{3}{4} \right)^2 \Rightarrow \frac{|q_1|}{|q_2|} = \frac{450}{200} \times \frac{16}{9} = 4$$

میدان خالص خارج از دو بار نزدیک بار با اندازه کمتر، صفر است.



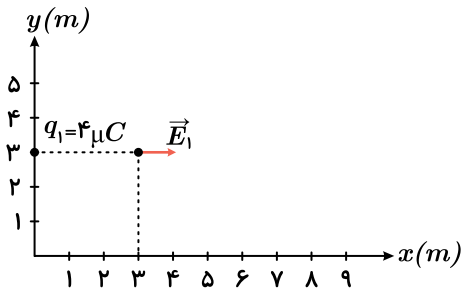
$$r_{12} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ cm}$$

$$E_r = E_1 \Rightarrow \frac{k|q_2|}{x^2} = \frac{k|q_1|}{(5+x)^2} \Rightarrow \frac{(5+x)^2}{x^2} = \frac{|q_1|}{|q_2|} = 4 \Rightarrow \frac{5+x}{x} = 2 \Rightarrow x = 5 \text{ cm}$$



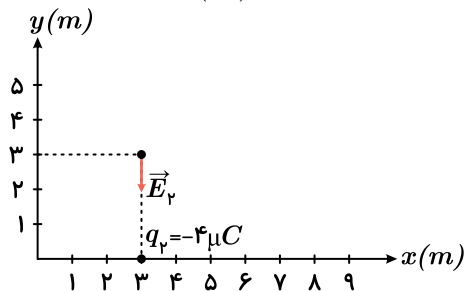
۳۰

گام اول: نقطه $\begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix}$ را مشخص می‌کنیم و بدون در نظر گرفتن بار q_2 ، میدان حاصل از بار q_1 را به دست می‌آوریم:



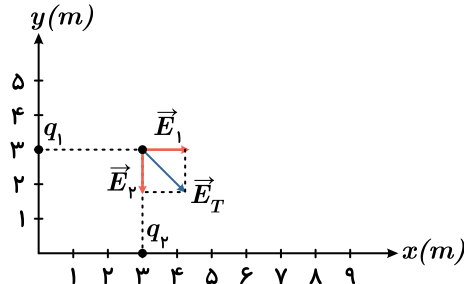
$$E_1 = k \frac{|q_1|}{r_1^2} = (9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}) \left(\frac{4 \times 10^{-6} C}{(3m)^2} \right) = 4 \times 10^3 N/C \Rightarrow \vec{E}_1 = (4 \times 10^3 N/C) \vec{i}$$

گام دوم: حالا بدون در نظر گرفتن بار q_1 ، میدان حاصل از q_2 را به دست می‌آوریم:



$$E_2 = k \frac{|q_2|}{r_2^2} = (9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}) \left(\frac{4 \times 10^{-6} C}{(3m)^2} \right) = 4 \times 10^3 N/C \Rightarrow \vec{E}_2 = (-4 \times 10^3 N/C) \vec{j}$$

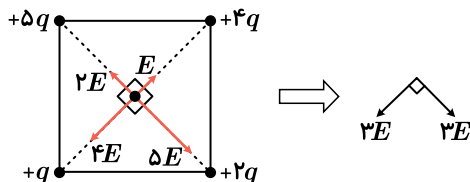
گام سوم: با به دست آوردن براینده $\vec{E}_1$ و $\vec{E}_2$ کار را تمام می‌کنیم:



$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = (4 \times 10^3 N/C) \vec{i} + (-4 \times 10^3 N/C) \vec{j} \Rightarrow E_T = \sqrt{(4 \times 10^3)^2 + (-4 \times 10^3)^2} = 4\sqrt{2} \times 10^3 N/C$$

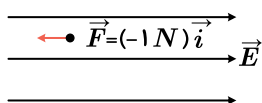
۳۱

با توجه به شکل می‌بینیم که میدان حاصل روی هر کدام از قطرهای برابر با $3E$ است.



بنابراین:

$$E_T = \sqrt{(3E)^2 + (3E)^2} = 3\sqrt{2}E$$



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

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

۳۲

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

$$\Rightarrow \vec{E} = \frac{-300\vec{i} + 400\vec{j}}{-10 \times 10^{-6}} \Rightarrow \vec{E} = (3 \times 10^4)\vec{i} - (4 \times 10^4)\vec{j}$$

(صفحة ۱۱ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\Rightarrow \vec{E} = \frac{-300\vec{i} + 400\vec{j}}{-10 \times 10^{-6}} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\Rightarrow \vec{E} = (3 \times 10^4)\vec{i} - (4 \times 10^4)\vec{j} \text{ (نمره ۲۵)}$$

۳۴ طبق رابطه $E = k \frac{|q|}{r^2}$ برای میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه‌ای می‌توان نوشت:

$$18 \times 10^3 = 9 \times 10^9 \frac{|q|}{(1)^2} \rightarrow |q| = \frac{18 \times 10^3}{9 \times 10^9} = 2 \times 10^{-6} C \rightarrow |q| = 2 \mu C$$

(ب) با توجه به اینکه میدان الکتریکی با مجذور فاصله از بار رابطه عکس دارد، می‌توان نوشت:

$$\frac{E_r}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^2 \rightarrow \frac{E_r}{18 \times 10^3} = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \rightarrow E_r = 2 \times 10^3 \left(\frac{N}{C}\right)$$

(صفحة ۱۳ کتاب درسی)

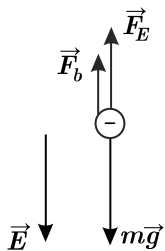
راهنمای تصحیح:

$$E = k \frac{|q|}{r^2} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$18 \times 10^3 = 9 \times 10^9 \frac{|q|}{(1)^2} \rightarrow |q| = 2 \times 10^{-6} C \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow |q| = 2 \mu C \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\frac{E_r}{E_1} = \left(\frac{r_1}{r_r}\right)^2 \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow \frac{E_r}{18 \times 10^3} = \left(\frac{1}{3}\right)^2 \rightarrow E_r = 2 \times 10^3 \left(\frac{N}{C}\right) \text{ (نمره ۲۵)}$$

۳۵ چون ذره به حالت معلق قرار دارد، نیروی خالص وارد بر آن صفر است. به ذره سه نیروی گرانشی، شناوری و الکتریکی وارد می‌شود. چون به ذره باردار منفی، نیرو در خلاف جهت میدان الکتریکی وارد می‌شود، جهت نیروی الکتریکی رو به بالا و هم‌جهت با نیروی شناوری است؛ پس برابری نیروی الکتریکی و شناوری، نیروی وزن را خنثی می‌کنند. (منظور از F_b نیروی شناوری است.)



$$F_E + F_b = mg \rightarrow |q|E + F_b = mg$$

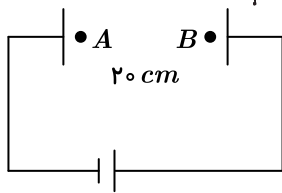
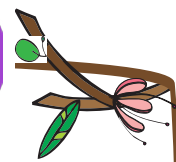
$$F_b = mg - |q|E \rightarrow F_b = 5 \times 10^{-3} \times 10 - 5 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^3 = 0.01 N$$

(صفحة ۱۹ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$|q|E + F_b = mg \text{ (نمره ۵)}$$

$$\rightarrow 5 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^3 + F_b = 5 \times 10^{-3} \times 10 \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow F_b = 0.01 N \text{ (نمره ۲۵)}$$



$$|\Delta U| = |W_E| = |\Delta K| \xrightarrow{k_1=0} E|q|d \cos \theta = \frac{1}{2}mv^2$$

$$6 \times 10^3 \times 3 \times 10^{-9} \times 20 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-15} \times v^2 \Rightarrow v = 6 \times 10^4 \frac{m}{s}$$

طبق رابطه $E = \frac{\Delta V}{d}$ ، با دور شدن صفحات، میدان الکتریکی بین صفحات کاهش می‌یابد (اختلاف پتانسیل بین صفحات ثابت است)؛ با کاهش میدان، اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B نیز کاهش می‌یابد.

۳۷

الف

کاهش

$$V_B > V_A$$

۳۸

الف

به بار منفی در خلاف جهت میدان نیرو وارد می‌شود؛ بنابراین زاویه بین جابه‌جایی و نیرو برابر $\theta = 180^\circ$ است:

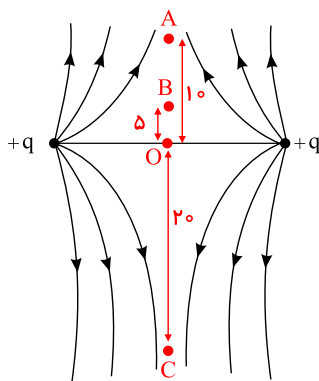
$$\Delta U = -|q|Ed \cos \theta = -1.6 \times 10^{-19} C \times 2 \times 10^3 N/C \times (10 \times 10^{-2}) \times (-1) \Rightarrow \Delta U = 3.2 \times 10^{-17} J$$

در فیزیک دهم خواندید که اگر نیروهای اتلافی نداشته باشیم، $\Delta U = -\Delta K$ است. در نقطه B سرعت صفر شده است؛ پس انرژی جنبشی نقطه B صفر است.

$$\Delta U = -(K_B - K_A) \Rightarrow 3.2 \times 10^{-17} J = -(0 - K_A) = \frac{1}{2} m_e v_A^2 \Rightarrow 3.2 \times 10^{-17} J = \frac{1}{2} \times (9.1 \times 10^{-31} kg) \times v^2 \Rightarrow v^2 = \frac{2 \times 3.2 \times 10^{-17} J}{9.1 \times 10^{-31} kg}$$

$$\Rightarrow v^2 \simeq 7.03 \times 10^{12} = 7.03 \times 10^{12} \Rightarrow v \simeq 8.39 \times 10^6 m/s$$

۳۹ اگر خطوط میدان اطراف دو ذره باردار مثبت و هم‌اندازه را رسم کنیم، مطابق شکل زیر خواهد شد:

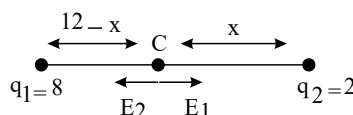


با حرکت از A تا B چون حرکت خودبه‌خودی است، انرژی پتانسیل کاهش یافته و $U_B < U_A$ می‌شود. از طرفی در نقطه O چون میدان صفر است، انرژی پتانسیل هم صفر است. با حرکت از نقطه O به C، چون بار منفی هم‌جهت میدان حرکت کرده، حرکت اجباری بوده و انرژی پتانسیل زیاد می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت:

$$U_B < U_A < U_C$$

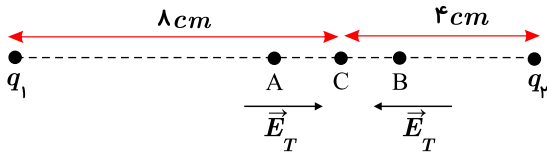
۴۰ می‌دانیم تغییر انرژی پتانسیل به جهت حرکت در میدان و نوع بار وابسته است مثلاً اگر بار منفی در جهت میدان حرکت کند انرژی پتانسیل زیاد می‌شود و برعکس، اگر خلاف جهت میدان حرکت کند (حرکت خودبه‌خودی) انرژی پتانسیل کم می‌شود؛ بنابراین جهت میدان بر ایند را در نقاط مختلف مشخص می‌کنیم:

ابتدا نقطه‌ای که بر ایند میدان‌های الکتریکی حاصل از دو بار صفر می‌شود را به دست می‌آوریم و آن نقطه را C می‌نامیم. می‌دانیم در این نقطه باید میدان‌ها خلاف جهت و مساوی باشند تا میدان برآیند صفر باشد پس داریم:



$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{kq_1}{r_1^2} = \frac{kq_2}{r_2^2}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda}{(12-x)^2} = \frac{2}{x^2} \Rightarrow 2x^2 = (12-x)^2 \Rightarrow 2x = 12-x \Rightarrow x = 4 \text{ cm}$$



بنابراین میدان الکتریکی برابند در ۴ سانتی متری بار کوچک تر (q_2) صفر می شود. بین نقطه C و B جهت میدان برابند در جهت میدان حاصل از بار q_1 و به سمت راست است (چون $E_1 > E_2$). از طرفی هم بین نقطه A و C جهت میدان برابند جهت میدان الکتریکی حاصل از بار q_2 است (چون $E_1 > E_2$) به سمت چپ است از آنجایی که اگر بار منفی در جهت میدان جابه جا شود انرژی پتانسیل الکتریکی آن افزایش می یابد و اگر در خلاف جهت میدان الکتریکی جابه جا شود انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می یابد. پس با جابه جایی بار منفی با سرعت ثابت از A تا B ابتدا در جهت $\vec{E}_T$ جابه جا شده و انرژی پتانسیل آن افزایش می یابد و سپس جابه جایی آن در خلاف جهت E_T خواهد بود که انرژی پتانسیل آن کاهش خواهد یافت.

۴۱ با توجه به قضیه کار - انرژی جنبشی داریم:

$$W_T = \Delta K \Rightarrow W_E + W_{mg} = K_B - K_A$$

از آنجایی که ذره متوقف می شود، انرژی جنبشی نهایی آن صفر است و از آنجایی که بار منفی در جهت خطوط میدان پرتاب می شود، نیروی الکتریکی وارد بر آن در خلاف جهت حرکت ($\alpha = 180^\circ$) و با توجه به شکل نیروی وزن در جهت حرکت ($\alpha = 0^\circ$) است. بنابراین:

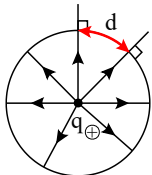
$$\begin{aligned} W_E + W_{mg} &= -K_1 \Rightarrow |q| Ed \cos 180^\circ + mgd \cos 0 = -\frac{1}{2}mv^2 \\ \Rightarrow 32 \times 10^{-6} \times 3000 \times d \times (-1) + 1.6 \times 10^{-3} \times 10 \times d &= -\frac{1}{2} \times 1.6 \times 10^{-3} \times 1^2 \\ \Rightarrow d &= 0.01 \text{ m} \Rightarrow d = 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

۴۲ طبق قضیه پایستگی انرژی داریم:

$$\begin{aligned} \Delta U &= -\Delta K, \quad -Edq \cos \theta = -(K_2 - K_1) \\ \xrightarrow{K = \frac{1}{2}mv^2} Edq \cos \theta &= \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \\ \Rightarrow 5 \times 10^5 \times 1.2 \times 2 \times 10^{-6} \times \cos 37^\circ &= \frac{1}{2} \times 4 \times 10^{-3} (v_2^2 - 2^2) \\ 9.6 \times 10^{-1} &= 2 \times 10^{-3} (v_2^2 - 4) \Rightarrow 4.8 \times 10^2 = v_2^2 - 4 \Rightarrow 484 = v_2^2 \rightarrow v_2 = 22 \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

۴۳ می دانیم خطوط میدان اطراف یک بار به صورت شعاعی رسم می شود. حال اگر بار را روی محیط دایره حرکت دهیم، فاصله تا مرکز (q^+) ثابت می ماند؛ پس میدان و نیروی الکتریکی $F = Eq$ هم ثابت می ماند.

از طرفی طبق رابطه $\Delta U = Fd \cos \theta$ ، چون همواره مسیر حرکت روی دایره بر خطوط میدان (شعاع) عمود است، پس $\Delta U = 0$



۴۴

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

$$\Delta U_{AB} = -Ed|q| \cos \theta$$

پس ابتدا با استفاده از محیط نیم دایره فاصله AB را به دست می آوریم:

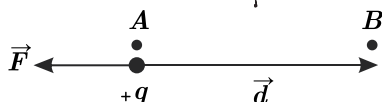
$$\frac{1}{2}(2\pi r) = 6\pi \Rightarrow r = 6 \text{ m}$$

$$AB = 2r = 2 \times 6 = 12 \text{ m}$$

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

علامت منفی نشان دهنده این است که انرژی پتانسیل الکتریکی کاهش یافته است، دقت کنید اگر بار الکتریکی مثبت در جهت خط های میدان جابه جا شود، انرژی پتانسیل الکتریکی آن کاهش می یابد.

۴۵ الف) منفی است، زیرا نیرو و جابه جایی در خلاف جهت هم هستند.



(ب) طبق رابطه $\Delta U_E = -W_E$ ، چون $W_E < 0$ است، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره افزایش می‌یابد.

(صفحه ۲۲ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

(الف) منفی است (۲۵، نمره)؛ زیرا نیرو و جابه‌جایی در خلاف جهت هم هستند. (۲۵، نمره)

(ب) طبق رابطه $\Delta U_E = -W_E$ (۲۵، نمره)، چون $W_E < 0$ است، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره افزایش می‌یابد. (۲۵، نمره)

۴۶ شکل (الف). به دلیل تراکم خطوط میدان، بزرگی میدان الکتریکی بیشتر است و در نتیجه نیروی بیشتری به الکترون وارد می‌شود؛ بنابراین الکترون شتاب بیشتری می‌گیرد و سرعت آن نیز بیشتر خواهد شد.

(صفحه ۴۳ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

شکل (الف) (۲۵، نمره). به دلیل تراکم خطوط میدان، بزرگی میدان الکتریکی بیشتر است (۲۵، نمره) و در نتیجه نیروی بیشتری به الکترون وارد می‌شود.

(۲۵، نمره)؛ بنابراین الکترون شتاب بیشتری می‌گیرد (۲۵، نمره) و سرعت آن نیز بیشتر خواهد شد.

۴۷

$$-\Delta U_E = \Delta K$$

$$-(-|q|Ed \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$(1.6 \times 10^{-19}) \times (2.5 \times 10^4) \times (1.0 \times 10^{-2}) \times \cos 0^\circ = \frac{1}{2} \times (3.2 \times 10^{-18} \times 10^{-3}) \times v^2 - 0$$

$$\rightarrow 4 \times 10^{-17} = (1.6 \times 10^{-11}) \times v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-17}}{1.6 \times 10^{-11}}} = \frac{1}{2} \times 10^5 = 5 \times 10^4 \frac{m}{s}$$

(صفحه ۲۲، ۲۳ و ۲۷ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$-\Delta U_E = \Delta K \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$-(-|q|Ed \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$(1.6 \times 10^{-19}) \times (2.5 \times 10^4) \times (1.0 \times 10^{-2}) \times \cos 0^\circ = \frac{1}{2} \times (3.2 \times 10^{-18} \times 10^{-3}) \times v^2 - 0 \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\rightarrow 4 \times 10^{-17} = (1.6 \times 10^{-11}) \times v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-17}}{1.6 \times 10^{-11}}} = \frac{1}{2} \times 10^5 \text{ (نمره ۲۵)}$$

۴۸

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

$$\Rightarrow qEd = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v^2 = \frac{2qEd}{m} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qEd}{m}}$$

(صفحه ۲۷ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$W_t = \Delta K \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow W_E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\Rightarrow qEd = \frac{1}{2}mv^2 \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{2qEd}{m} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qEd}{m}} \text{ (نمره ۲۵)}$$

۴۹ با توجه به اینکه اختلاف پتانسیل در جهت میدان کاهش و عمود بر میدان ثابت می‌ماند. ستون اول را پر می‌کنیم. در مورد ستون دوم با توجه به اینکه بار منفی از A تا B در جهت میدان و در نتیجه در خلاف جهت تمایلش حرکت کرده است، انرژی پتانسیل افزایش می‌یابد. میدان هم که همه جا ثابت است.

مسیر	پتانسیل الکتریکی (V)	انرژی پتانسیل الکتریکی (U)	میدان الکتریکی (E)
A → B	کاهش	افزایش	*
B → C	ثابت	*	ثابت

۵۰ الف کاهش

(ب) افزایش
(پ) کاهش
(ت) مثبت

(الف) کاهش (ب) افزایش (پ) کاهش (ت) ثابت

۵۱
۵۲

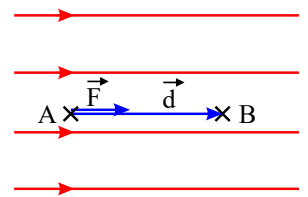
$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \quad (V_f - 15) = \frac{-10^{-9}}{-10 \times 10^{-9}} \quad V_f = 25V$$

۵۳ با استفاده از تعریف اختلاف پتانسیل الکتریکی داریم:

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow V_B - V_A = \frac{U_B - U_A}{q} \Rightarrow V_B - 100 = \frac{-200}{2} \\ \Rightarrow V_B - 200 = -200 \Rightarrow V_B = 0$$

۵۴

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \Rightarrow \Delta U = q \cdot \Delta V = q(V_B - V_A) \\ \Rightarrow \Delta U = 10 \times 10^{-6} \times (-50 - 10) = -6 \times 10^{-4} J \\ \Delta U = -|q| E d \cos \theta \\ -6 \times 10^{-4} = -|10 \times 10^{-6}| \times 10^4 \times d \times 1 \\ d = \frac{6 \times 10^{-4}}{0.1} = 6 \times 10^{-3} m = 6mm$$



۵۵ ابتدا اختلاف پتانسیل را به دست می آوریم بار در جهت میدان جابه جا شده است؛ پس پتانسیل کاهش پیدا کرده و $\Delta V < 0$ است.

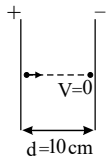
$$|\Delta V| = E d = 200 N/C \times 1m = 200V \Rightarrow \Delta V = -200V$$

حالا با استفاده از قضیه کار و انرژی، به راحتی می توانیم کاری که روی ذره انجام می دهیم را به دست آوریم:

$$\Delta K = W_E + W_{L_0} \Rightarrow 10mJ = W_{L_0} - q\Delta V \Rightarrow 10 \times 10^{-3} J = W_{L_0} - (-10 \times 10^{-6} C)(-200V) \\ = W_{L_0} - 2 \times 10^{-3} J \Rightarrow 10 \times 10^{-3} J = W_{L_0} - 2 \times 10^{-3} J \Rightarrow W_{L_0} = 10 \times 10^{-3} J + 2 \times 10^{-3} J \Rightarrow W_{L_0} = 12 \times 10^{-3} J$$

۵۶

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:

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

نکته: چون بار ذره منفی بوده و ذره در نهایت متوقف شده است، می فهمیم 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:

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

$$K_i = 8 \times 10^{-3} \rightarrow \frac{1}{2}(0.2 \times 10^{-6} \times 10^{-3})v^2 = 8 \times 10^{-3} \rightarrow v^2 = 8 \times 10^7 = 80 \times 10^6 \rightarrow v = 4000\sqrt{5} m/s$$

۵۷

$$V_- - V_+ = \frac{\Delta U_E}{q}$$

$$-24 = \frac{\Delta U_E}{4 \times 10^{-6}} \rightarrow \Delta U_E = -96 \times 10^{-6} J \rightarrow \Delta U_E = -96 \mu J$$

انرژی پتانسیل الکتریکی بار q کاهش می یابد.

(صفحه ۲۵ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:



$$V_- - V_+ = \frac{\Delta U_E}{q} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$-24 = \frac{\Delta U_E}{4 \times 10^{-6}} \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow \Delta U_E = -96 \times 10^{-6} J \rightarrow \Delta U_E = -96 \mu J \text{ (نمره ۲۵)}$$

۵۸ با توجه به ثابت بودن میدان الکتریکی، رابطه $E = \frac{\Delta V}{d}$ را یک بار بین نقاط A و C و یک بار بین نقاط B و C می‌نویسیم. داریم:

$$E = \frac{|\Delta V|}{d} \xrightarrow{E=\text{ثابت}} \frac{V_A - V_C}{2.4} = \frac{V_C - V_B}{1.6}$$

$$\rightarrow 2V_A - 2V_C = 3V_C - 3V_B \rightarrow 2(70) + 3(20) = 5V_C \rightarrow V_C = 40V$$

(صفحه ۲۶ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$\frac{V_A - V_B}{|AB|} = \frac{V_C - V_B}{|BC|} \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow \frac{70 - 20}{4} = \frac{V_C - 20}{1.6}$$

$$\rightarrow V_C = 40V \text{ (نمره ۲۵)}$$

۵۹ الف) چون $\Delta U = -W_E$ است، پس تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره برابر $30 \mu J$ است؛ پس در این حرکت، انرژی پتانسیل الکتریکی ذره با بار مثبت افزایش یافته و ذره در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کند.

ب)

$$\Delta U = -W_E \rightarrow \Delta U = -(-30 \mu J) = +30 \mu J$$

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} \rightarrow \Delta V = \frac{30}{6} = 5V$$

$$\Delta V = V_B - V_A \rightarrow 5 = V_B - 10 \rightarrow V_B = 15V$$

(صفحه ۲۰ و ۲۲ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف) خلاف جهت (۲۵ نمره)؛ چون کار میدان الکتریکی روی ذره باردار، منفی است. (۲۵ نمره)

ب)

$$\Delta U = -W_E = 30 \mu J \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\Delta U = q(V_B - V_A) \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow 30 = 6(V_B - 10) \rightarrow V_B = 15V \text{ (نمره ۲۵)}$$

۶۰ الف) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره باردار برابر با قرینه کار میدان الکتریکی روی ذره است: $\Delta U_E = -W_{\text{میدان}} = -4 \mu J$ (صفحه ۲۰ کتاب درسی)

ب) چون کار میدان الکتریکی روی ذره باردار در جابه‌جایی هم‌جهت با خطوط میدان، مثبت است، پس علامت بار ذره نیز مثبت است. (صفحه ۲۰ کتاب درسی)

ج) $V_A > V_B = V_C$ است؛ بنابراین نقطه A بیشترین پتانسیل الکتریکی را دارد. (صفحه ۲۳ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف)

$$\Delta U_E = -W_{\text{میدان}} = -4 \mu J \text{ (نمره ۵)}$$

ب) مثبت (۲۵ نمره)

ج) نقطه A (۲۵ نمره)

۶۱ الف) آونگ‌ها در تماس با مخروط، دارای بار همنام با آن می‌شوند و بر اثر دافعه بین بارهای همنام، آونگ‌ها از مخروط دور می‌شوند.

ب) آونگ (۱)؛ چون چگالی سطحی بار، در نقاط نوک‌تیز بیشتر است.

۶۲ بار الکتریکی به سطح خارجی بدنه هواپیما منتقل شده و در آنجا توزیع می‌شود.

۶۳ وسیله‌ای است که با استفاده از تسمه‌ای متحرک بار الکتریکی را روی یک کلاهک توخالی فلزی جمع می‌کند. در این وسیله با مالش تسمه لاستیکی متحرک به غلتک شیشه‌ای یا پلاستیکی و به کمک میدان الکتریکی ایجاد شده توسط بارهای جمع شده روی غلتک، به بارهای الکتریکی تسمه نیرو وارد شده و این بارها از طریق کشیده شدن یک شانه فلزی منعطف به سطح تسمه، بارها به سمت کلاهک فلزی رانده می‌شوند و روی آن تجمع پیدا می‌کنند.

۶۴ 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 پایداری بار از جمع بار کره A و B به دست می‌آید:

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

۶۵

به کمک رابطه $\sigma = \frac{Q}{A}$ چگالی سطحی بار الکتریکی روی سطح ماهواره را حساب می‌کنیم. مساحت مکعب از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$A = \epsilon a^2 = \epsilon \times (40 \times 10^{-2})^2 = 96 \times 10^{-2} m^2$$

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{4 \times 10^{-9}}{96 \times 10^{-2}} = \frac{1}{24} \times 10^{-7} \frac{C}{m^2}$$

(صفحه ۲۹ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$\sigma = \frac{Q}{A} (نمره ۲۵) \Rightarrow \sigma = \frac{4 \times 10^{-9}}{6 \times (40 \times 10^{-2})^2} (نمره ۲۵) \rightarrow \sigma = \frac{1}{24} \times 10^{-7} \frac{C}{m^2} (نمره ۲۵)$$

۶۶ الف) آزمایش فاراده

ب) این آزمایش نشان می‌دهد که بار اضافی داده شده به یک جسم رسانا، در سطح خارجی آن توزیع می‌شود.

(صفحه ۲۵ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف) آزمایش فاراده (نمره ۲۵)

ب) بار الکتریکی اضافی داده شده به یک جسم رسانا، در سطح خارجی آن توزیع می‌شود. (نمره ۵)

۶۷ یک جسم فلزی دوکی شکل را با مولد وان دوگراف باردار می‌کنیم. سپس یک گلوله فلزی را به قسمت پهن و گلوله دیگر را به قسمت نوک تیز دوک فلزی تماس می‌دهیم. هر گلوله را جداگانه به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری تماس می‌دهیم. مشاهده می‌کنیم گلوله‌ای که به قسمت نوک تیز دوک فلزی تماس داده شده بود، باعث انحراف بیشتر ورقه‌های الکتروسکوپ می‌شود؛ یعنی تراکم بار در نقاط نوک تیز دوک، بیشتر از سایر نقاط است.

(صفحه ۲۶ و ۲۷ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

یک جسم فلزی دوکی شکل را با کمک مولد وان دوگراف باردار می‌کنیم. (نمره ۲۵) یک گلوله فلزی را به قسمت پهن دوک تماس داده و سپس آن را به کلاهک الکتروسکوپ بدون باری تماس می‌دهیم. (نمره ۲۵) سپس گلوله فلزی دیگری را به نوک تیز دوک تماس می‌دهیم و آن را به کلاهک الکتروسکوپ بدون بار تماس می‌دهیم (نمره ۲۵). مشاهده می‌کنیم که انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ، در حالت دوم بیشتر از حالت اول است (نمره ۲۵)؛ یعنی تراکم بار الکتریکی در نقاط نوک تیز سطح جسم رسانای باردار، بیشتر از سایر نقاط است. (نمره ۲۵)

۶۸ الف) خیر؛ وقتی یک جسم رسانا درون میدان الکتریکی خارجی قرار می‌گیرد، میدان الکتریکی درون آن صفر خواهد بود.

ب) در تعادل الکتروستاتیکی، پتانسیل تمام نقاط جسم رسانا با هم برابر است. بنابراین $V_A = V_B$ است.

(صفحه ۲۸ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف) خیر (نمره ۲۵) ب) $V_A = V_B$ (نمره ۲۵)

۶۹ بار الکتریکی اضافی داده شده به رسانا، همواره روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود؛ بنابراین پس از پاره شدن ریسمان، بار گوی خنثی و بار ظرف مثبت خواهد شد. (صفحه ۲۵ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

بار گوی خنثی (نمره ۲۵) و بار ظرف مثبت خواهد شد (نمره ۲۵).

۷۰ با خارج کردن دی الکتریک، طبق رابطه $C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$ ، ظرفیت خازن کاهش می‌یابد. از آنجایی که خازن به مولد وصل نیست، بار الکتریکی روی صفحات آن ثابت است؛ در نتیجه طبق رابطه $C = \frac{q}{V}$ ، با کاهش C ، اختلاف پتانسیل خازن افزایش می‌یابد.

۷۱

$$U = Pt$$

$$U = 4 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3} = 8J$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 \rightarrow 8 = \frac{1}{2} \times C \times (200)^2 \rightarrow C = 4 \times 10^{-4} F$$

۷۲ الف)

$$U = \frac{q^2}{2C} \rightarrow \text{کاهش } U \rightarrow \text{افزایش } C \rightarrow \text{افزایش } \kappa \rightarrow \text{ثابت } q \rightarrow \text{خازن جدا از باتری}$$

$$C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$$

ب)

۲۶

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (\text{نمره ۲۵}) \rightarrow 1 = 5 \times 9 \times 10^{-12} \times \frac{A}{9 \times 10^{-3}} \quad (\text{نمره ۲۵})$$

$$A = 2 \times 10^8 \text{ m}^2 \quad (\text{نمره ۲۵})$$

ب) اضافه کردن دی الکتریک میان صفحات خازن یا نزدیک کردن صفحات خازن به یکدیگر (یک مورد کافی است. ۲۵ نمره)

۸۰

$$\Delta U = \frac{Q'^2}{2C} - \frac{Q^2}{2C}, \quad Q' = 30.5 + 3 = 33.5 \text{ mC} \quad \Delta U = \frac{10^{-6} (33.5^2 - 30.5^2)}{2 \times 12 \times 10^{-6}}$$

$$\frac{(33.5 - 30.5) \cdot (33.5 + 30.5) \times 10^{-6}}{24 \times 10^{-6}} = \frac{3 \times 64}{24} = 8 \text{ J}$$



مشاوره کنکور نوتروفیل

بیستوفیل فیزیک (تجربی) فصل

۲ یازدهم

سال یازدهم

تجربی

فهرست

فصل دوم : جریان الکتریکی و مدار های جریان مستقیم

- ۱ جریان الکتریکی - مقاومت الکتریکی و قانون اهم
- ۲ عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی
- ۴ نیروی محرکه الکتریکی و مدار ها - مدار تک حلقه ای و افت پتانسیل در مقاومت
- ۴ توان و انرژی



فصل دوم : جریان الکتریکی و مدار

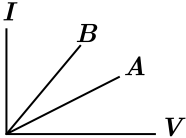


جریان الکتریکی - مقاومت الکتریکی و قانون اهم

۱ در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف الکترون‌ها با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در (جهت - خلاف جهت) میدان به طور آهسته‌ای سوق پیدا می‌کنند.

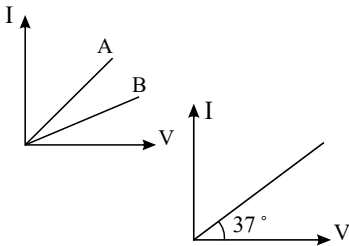
۲ نمودار $I - V$ برای دو سیم مسی A و B با طول‌های یکسان، مطابق شکل روبه‌رو است. مساحت مقطع کدام یک بزرگ‌تر است؟



۳ درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه‌های «درست» یا «نادرست» مشخص کنید.

الف همه بارهای محرک، جریان الکتریکی ایجاد می‌کنند.

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



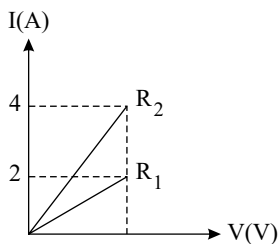
ب) در شکل مقابل اگر شدت جریان $3A$ از مقاومت مربوطه بگذرد، ولتاژ دو سر آن چقدر است؟

۵ روی باتری یک اتومبیل اعداد $75Ah$ و $12V$ نوشته شده است.

الف) عدد $75Ah$ به چه معنی است؟

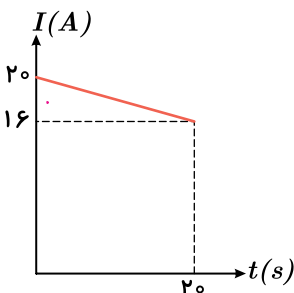
ب) برای استارت اتومبیل جریان $200A$ مورد نیاز است. به نظر شما این باتری چه مدت می‌تواند بطور مداوم استارت بزند؟

۶ نمودار تغییرات جریان بر حسب 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؟



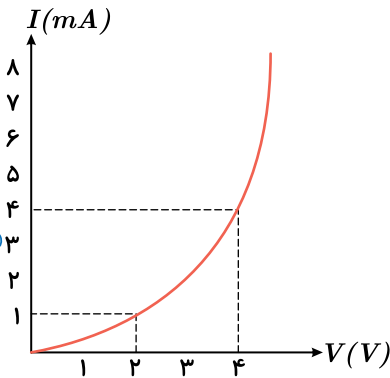
۷ نمودار جریان عبوری از مقطع یک سیم بر حسب زمان، مطابق شکل روبه‌رو است. طی $20s$ ، چند آمپر -

ساعت بار از مقطع این سیم عبور می‌کند؟





۸ با توجه به شکل روبه‌رو که جریان بر حسب ولتاژ را برای یک دیود نوری نشان می‌دهد، مقاومت در اختلاف پتانسیل $4V$ چند برابر مقاومت در اختلاف پتانسیل $2V$ است؟

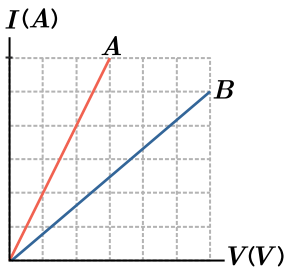


۹ روی یک باتری قلمی مقدار $5000mAh$ نوشته شده است. اگر این باتری جریان متوسط $0.8A$ را فراهم سازد:

الف) در هر دقیقه چه تعداد الکترون از این باتری می‌گذرد؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19}C$)

ب) چند ساعت طول می‌کشد تا ۸۰٪ از این باتری تخلیه شود؟

۱۰ نمودار تغییرات جریان بر حسب اختلاف پتانسیل، برای دو مقاومت الکتریکی A و B به شکل روبه‌رو رسم شده است.



الف) مقاومت الکتریکی کدام مقاومت بیشتر است؟ چرا؟

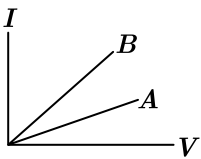
ب) اگر $R_A = 120\Omega$ باشد، مقاومت الکتریکی B چند اهم است؟

ج) اگر جریان عبوری از مقاومت A برابر $3A$ باشد، اختلاف پتانسیل دو سر آن چند ولت است؟

۱۱ نمودار $I - V$ برای دو رسانای A و B مطابق شکل است.

الف) نوع این رساناها چیست؟

ب) مقاومت کدام یک کمتر است؟



۱۲ درستی یا نادرستی جمله‌های زیر را مشخص کنید.

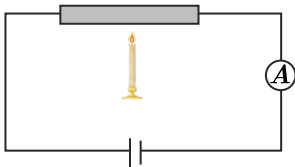
الف) جهت قراردادی جریان الکتریکی، برخلاف جهت سوق الکترون‌هاست.

۱۳ کلمه درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف) آمپر - ساعت، یکای (جریان الکتریکی - بار الکتریکی) است.

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

۱۴ در مدار روبه‌رو توسط شمع به میله حرارت می‌دهیم، در نتیجه عدد آمپرسنج افزایش می‌یابد، با ذکر دلیل رسانا یا نیم‌رسانا بودن میله را تعیین کنید.



۱۵ درست یا نادرست بودن هریک از موارد زیر را مشخص نمایید.

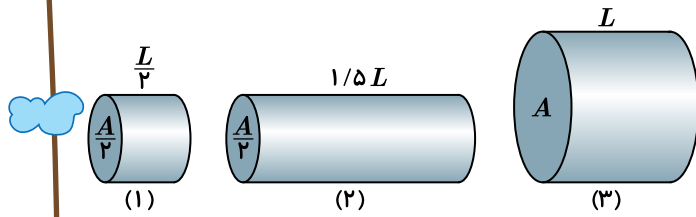
الف) سرعت سوق الکترون‌های آزاد درون رسانا هم‌جهت با میدان الکتریکی است.

ب) مقاومت ویژه ابررساناها در دمای پایین به صفر می‌رسد.

پ) اختلاف پتانسیل پایانه‌های یک منبع آرمانی برابر با نیروی محرکه الکتریکی آن است.



۱۶ طول و سطح مقطع رسانای A دو برابر طول و سطح مقطع رسانای B است. اگر جنس و دمای هر دو یکسان باشد، مقاومت A چند برابر مقاومت B است؟



۱۷ 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.

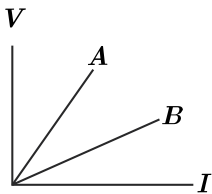
۱۸ کلمه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

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

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

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

۱۹ نمودار $V - I$ برای دو رسانای مسی که دارای سطح مقطع یکسانی هستند، در یک دمای معین رسم شده است. با ذکر دلیل، مشخص کنید کدام‌یک از رساناها طول بیشتری دارد؟



۲۰ در عبارت‌های زیر، کلمه درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

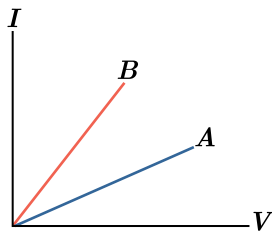
الف در رسانای (غیر اهمی - اهمی)، جریان با ولتاژ به صورت خطی رابطه دارد.

ب اگر خازنی به مولد وصل باشد، با تغییر ظرفیت خازن، (ولتاژ - بار الکتریکی) آن تغییر نمی‌کند.

ج اگر فاصله بین دو ذره باردار $\sqrt{2}$ برابر شود، نیروی الکتریکی بین آنها $(\frac{1}{3} - \frac{\sqrt{2}}{3})$ برابر می‌شود.

د اگر یک سیم رسانا را نصف کنیم، مقاومت ویژه آن (نصف می‌شود - تغییر نمی‌کند).

۲۱ شکل زیر، نمودار $I - V$ را برای دو رسانای هم‌جنس A و B نشان می‌دهد. اگر طول دو رسانا برابر باشد، سطح مقطع کدام‌یک بیشتر است؟



۲۲ مقاومت الکتریکی لوله رسانای توخالی به شعاع خارجی $2mm$ و شعاع داخلی $1mm$ با مقاومت ویژه $10^{-8} \Omega \cdot m$ و طول $1.57 \times 10^3 m$ چند اهم است؟ ($\pi = 3.14$)

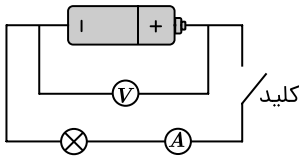
۲۳ یک سیم فلزی به طول $1m$ و قطر $4mm$ و مقاومت ویژه $10^{-5} \Omega \cdot m$ مفروض است. اگر دو سر این سیم را به ولتاژ $20V$ وصل کنیم در هر دقیقه چه مقدار بار و چه تعداد الکترون از هر مقطع آن عبور می‌کند؟

۲۴ پدیده ابررسانایی را با ذکر یک مثال تعریف کنید.

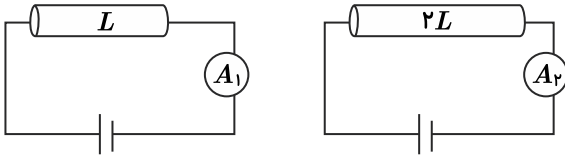


نیروی محرکه الکتریکی و مدارها - مدار تک حلقه ای و افت پتانسیل در مقاومت

۲۵ دانش آموزی برای اندازه گیری مقاومت درونی یک باتری، در مداری مطابق شکل روبه رو یک لامپ، باتری، آمپرسنج، ولتسنج و کلید را به کمک سیم های رابط به هم وصل می کند. مراحل انجام آزمایش توسط این دانش آموز را توضیح دهید.



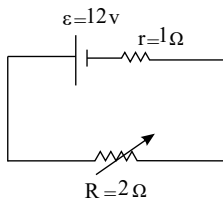
۲۶ مطابق شکل دو قطعه سیم هم جنس و هم دما با طول های متفاوت و سطح مقطع یکسان، به دو باتری مشابه وصل کرده ایم.



الف) کدام آمپرسنج عدد بیشتری را نشان می دهد؟ چرا؟

ب) این آزمایش برای بررسی چه موضوعی طراحی شده است؟

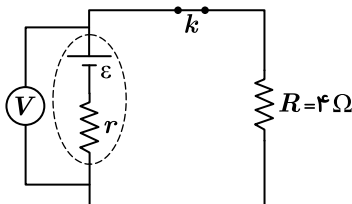
۲۷ مداری طراحی کنید و توضیح دهید چگونه می توان مقاومت داخلی یک باتری را به دست آورد.



۲۸ 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.



۲۹ در شکل روبه رو اگر کلید باز باشد، ولتسنج $10V$ را نشان می دهد و اگر بسته باشد، $8V$ را نشان

می دهد. مقاومت درونی منبع چند اهم است؟

۳۰ آزمایشی برای اندازه گیری مقاومت داخلی باتری طراحی نمایید.

۳۱ مداری طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی محرکه الکتریکی و مقاومت درونی یک باتری را اندازه گیری کرد.

۳۲ مداری طراحی کنید که به کمک آن بتوان نیروی محرکه الکتریکی و مقاومت درونی یک باتری را اندازه گیری کرد.

۳۳ دو سر یک باتری را یک بار به مقاومت $R_1 = 3\Omega$ و بار دیگر به مقاومت $R_2 = 8\Omega$ می بندیم. اگر اختلاف پتانسیل دو سر باتری در حالت

دوم $\frac{4}{3}$ برابر اختلاف پتانسیل باتری در حالت اول باشد، مقاومت درونی باتری چند اهم است؟

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

الف) مقاومت یک ولتسنج باید خیلی کم باشد تا قرار گرفتن آن در مدار، ولتاژ اجزای مدار را به طور محسوسی تغییر ندهد.

۳۵ نیروی محرکه الکتریکی باتری را تعریف کنید.

توان و انرژی

۳۶ روی یک کتری برقی دو عدد $220V$ و $2.2KW$ نوشته شده است. آن را به اختلاف پتانسیل $220V$ متصل می کنیم.

الف) مقاومت الکتریکی این کتری چند اهم است؟

ب) اگر قیمت هر کیلووات ساعت برق مصرفی 100 تومان باشد بهای برق مصرفی این کتری در مدت 1.5 ساعت چقدر است؟

۳۷ مقاومت رشته سیم داخل یک لامپ را یک بار با اهم متر اندازه می گیریم و بار دیگر با استفاده از رابطه $\frac{V^2}{R} = P_{\text{مصرفی}}$ محاسبه می کنیم.

کدام یک عدد بزرگ تری خواهد شد؟ چرا؟



۳۸ روی یک اتوی برقی اعداد $1100W$ و $220V$ نوشته شده است.

الف) مقاومت الکتریکی این اتو در حالت روشن چند اهم است؟

ب) اگر این اتو در هر روز به طور متوسط ۱۵ دقیقه روشن باشد، انرژی الکتریکی مصرف شده توسط اتو در یک دوره یک ماهه (۳۰ روز) چند کیلووات ساعت است؟

۳۹ دو لامپ با مقاومت های مساوی $R = 30\Omega$ را یک بار به طور متوالی و بار دیگر به طور موازی به یکدیگر می بندیم و آنها را هر بار به ولتاژ $V = 60V$ وصل می کنیم. نسبت توان مصرف شده در حالت موازی به توان مصرف شده در حالت متوالی چقدر است؟

۴۰ در دو سر یک سیم نیکروم (آلیاژ کروم و نیکل) به طول $2m$ و سطح مقطع $0.2mm^2$ ، اختلاف پتانسیل $200V$ برقرار کرده ایم. در مدت $20min$ ، چند کیلووات ساعت انرژی الکتریکی در این سیم مصرف می شود؟ (مقاومت ویژه نیکروم $10^{-6}\Omega \cdot m$ است).

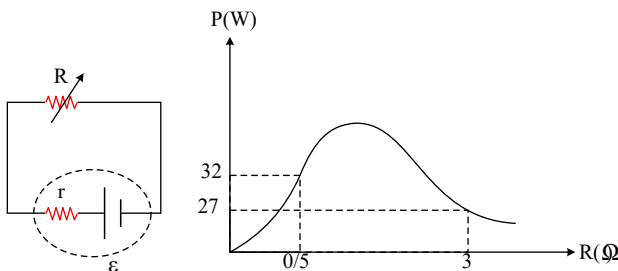
۴۱ بر روی یک لامپ اعداد $200W$ و $220V$ نوشته شده است. این لامپ را به مدت سه ساعت به اختلاف پتانسیل $110V$ وصل می کنیم. در این مدت چند کیلووات ساعت انرژی در لامپ مصرف می شود؟

۴۲ اگر ولتاژ دو سر لامپی ۱۰ درصد کاهش یابد، توان مصرفی آن $19W$ کاهش می یابد. توان مصرفی لامپ در حالت اول چند وات بوده است؟

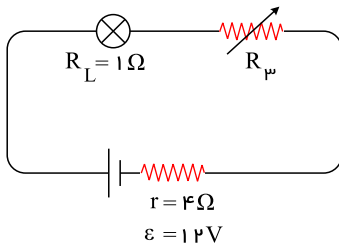
۴۳ سیمی به طول L و مقاومت R به یک باتری با مقاومت درونی r وصل می باشد. اگر سیم را به ۳ قسمت مساوی تقسیم کرده و آنها را به طور موازی به یکدیگر وصل کرده و سپس مجموعه را با همان باتری موازی می کنیم، در این حالت توان تولیدی باتری $\frac{9}{5}$ توان تولیدی حالت قبل می شود. r چند اهم است؟

۴۴ اگر یک مقاومت 6Ω را به دو سر یک باتری با مقاومت درونی 4Ω ببندیم، توان خروجی (مفید) باتری چند درصد توان تولیدی باتری می شود؟

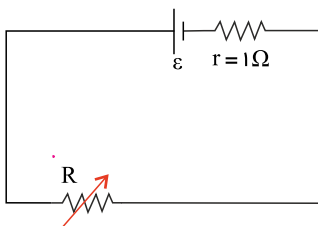
۴۵ در مدار زیر، نمودار توان خروجی مولد بر حسب مقدار مقاومت الکتریکی متغیر R ، مطابق نمودار زیر است. حداکثر توان خروجی مولد چند وات است؟



۴۶ در مدار شکل روبه رو، یک لامپ و یک رئوستا متوالی بسته شده اند. اگر مقاومت رئوستا را از 1Ω به 7Ω برسانیم، توان مصرفی الکتریکی رئوستا و توان خروجی باتری، چند وات تغییر می کند؟



۴۷ در مدار شکل روبه رو، اگر مقاومت متغیر R را از 2Ω به 3Ω افزایش دهیم، توان خروجی مولد چگونه تغییر می کند؟



۴۸ در مداری با یک مقاومت خارجی R و یک باتری، طبق رابطه $P_{\text{مفید}} = \varepsilon I - rI^2$ ، ثابت کنید توان مفید باتری هنگامی بیشینه است که

$$R = r \text{ باشد و مقدار آن برابر است با } P_{\text{max}} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$



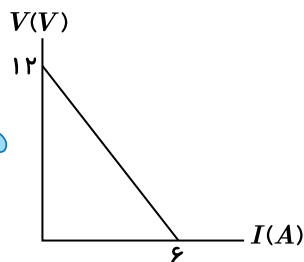


۴۹ شکل زیر، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری را برحسب جریان عبوری از آن نشان می‌دهد. اگر این باتری به یک مقاومت ۴ اهمی

وصل شود، مطلوب است:

الف) جریان عبوری از باتری

ب) توان تلف‌شده در باتری

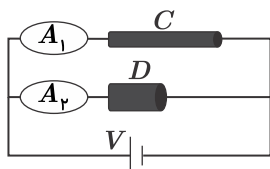


۵۰ نیروی محرکه مولدی ۲۴ ولت و بیشترین توان خروجی ممکن برای آن ۳۶ وات است. اگر مقاومت $R = 8\Omega$ را به دو سر این مولد

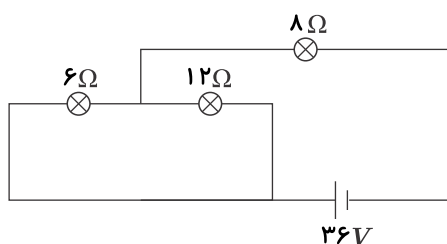
ببندیم. اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مولد چند ولت خواهد شد؟

۵۱ دو سیم رسانای هم‌جنس مطابق شکل زیر به یک باتری متصل‌اند. طول سیم C ، ۲ برابر طول سیم D و شعاع مقطع آن نصف شعاع مقطع

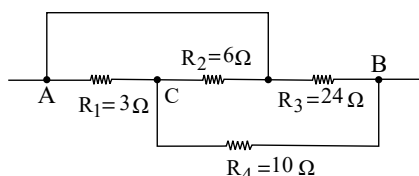
سیم D است. جریان عبوری از آمپرسنج (۲) چند برابر جریان عبوری از آمپرسنج (۱) است؟ (آمپرسنچ‌ها آرمانی هستند.)



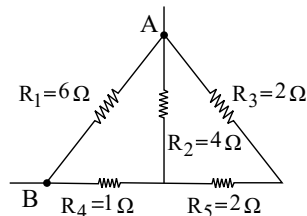
۵۲ در شکل روبه‌رو، چه جریانی از لامپ‌های ۶ اهمی و ۱۲ اهمی می‌گذرد؟



۵۳ در شکل مقابل مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چقدر است؟

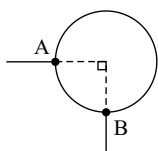


۵۴ مقاومت معادل بین نقاط A و B چقدر است؟



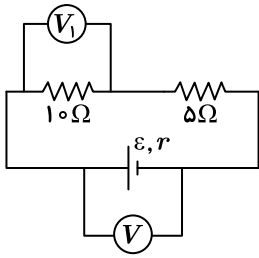
۵۵ سیمی به مقاومت R را به شکل حلقه‌ای دایره‌ای درآورده‌ایم و در نقطه B ، اتصال برقرار می‌کنیم، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B

چقدر است؟



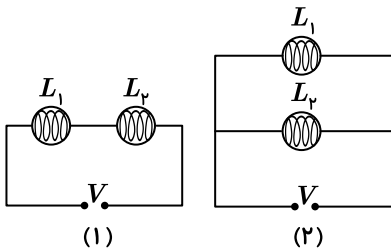


۵۶ در شکل مقابل، اگر $V_1 = 20V$ باشد، ولت متر V ، چند ولت را نشان می‌دهد؟



۵۷ دو سیم رسانای A و B با قطر مقطع و طول مساوی به‌طور موازی به هم وصل شده‌اند و از مجموعه آنها، جریان 12 آمپری عبور می‌کند. شدت جریان در سیم A چند آمپر است؟ ($\rho_B = 4 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$, $\rho_A = 2 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$)

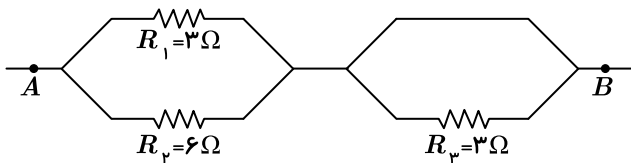
۵۸ در مدارهای شکل مقابل، لامپ‌ها یکسان و اختلاف پتانسیل‌ها مساوی‌اند.



الف با ذکر دلیل بنویسید که نور لامپ‌ها در کدام مدار (موازی یا سری) بیشتر است؟

ب اگر یکی از لامپ‌ها بسوزد، در کدام مدار لامپ دیگر هم خاموش می‌شود؟

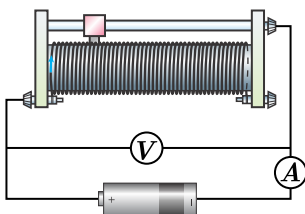
۵۹ در شکل مقابل، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟



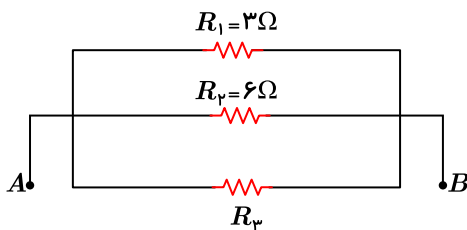
۶۰ به سؤالات زیر پاسخ کوتاه دهید.

الف در مدار شکل مقابل، اگر لغزنده رئوستا به طرف راست برده شود، عددی که آمپرسنج و ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهند، چگونه تغییر می‌کند؟

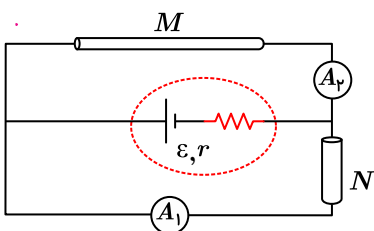
ب در به هم بستن موازی مقاومت‌ها، با افزایش تعداد مقاومت‌ها، مقاومت معادل کاهش می‌یابد یا افزایش؟



۶۱ در شکل زیر، سه مقاومت موازی به هم بسته شده‌اند. اگر مقاومت معادل برابر $1/5 \Omega$ باشد، R_3 چند اهم است؟



۶۲ مطابق شکل، دو سیم رسانای هم‌جنس M و N در مدار قرار دارند. اگر طول سیم M ، دو برابر سیم N و قطر مقطع آن نصف سیم N باشد، عددی که آمپرسنج (۱) نشان می‌دهد، چند برابر آمپرسنج (۲) است؟ آمپرسنج‌ها آرمانی هستند.



۶۳ جاهای خالی را با کلمه مناسب کامل کنید.

الف) با استفاده از می توان مقاومت یک لامپ را در حالت خاموش اندازه گرفت.

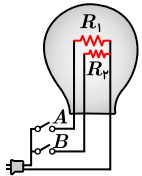
ب) در به هم بستن مقاومت ها، از همه آنها جریان یکسانی عبور می کند.

ج) مقاومت یک آمپرسنج باید باشد.

د) قطعه ای حفاظتی است که وقتی جریان الکتریکی بخواهد از حد مجاز بیشتر شود، آن را قطع می کند.

۶۴ یک لامپ سه راهه $220V$ که دو رشته دارد مطابق شکل روبه رو برای کار در سه توان مختلف ساخته شده است. وقتی دو سر لامپ به

اختلاف پتانسیل $220V$ وصل شود.



الف

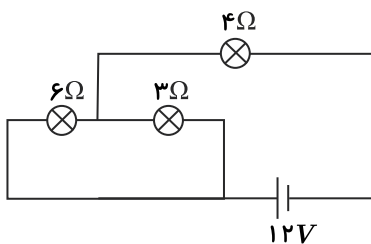
در کدام یک از حالت های زیر، لامپ بیشترین توان مصرفی را دارد؟

۱) فقط کلید A بسته باشد. ۲) فقط کلید B بسته باشد. ۳) هر دو کلید همزمان بسته باشند.

ب

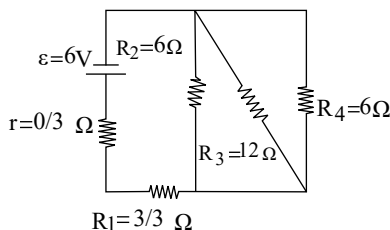
بیشترین توان مصرفی این لامپ چند وات است؟ ($R_1 = 900\Omega$ $R_2 = 450\Omega$)

۶۵ در مدار شکل زیر سه مقاومت 6Ω و 3Ω و 4Ω اهمی وجود دارد، توان مصرفی مقاومت 4Ω را به دست آورید؟



۶۶

در شکل مقابل جریان عبور کننده از R_1 و اختلاف پتانسیل دو سر باتری را به دست آورید.

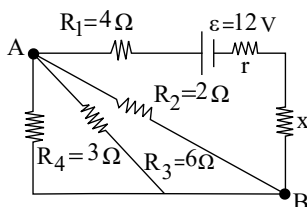


۶۷

الف) در مدار مقابل اگر جریان مقاومت R_4 برابر $0.5A$ باشد، جریان در بقیه مقاومت ها را حساب کنید.

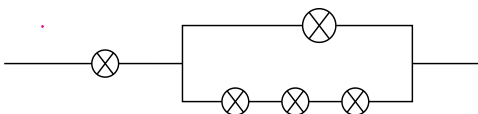
ب) اگر افت پتانسیل در مقاومت درونی مولد $1.5V$ باشد، مقاومت درونی مولد و مقاومت مجهول x

را حساب کنید.



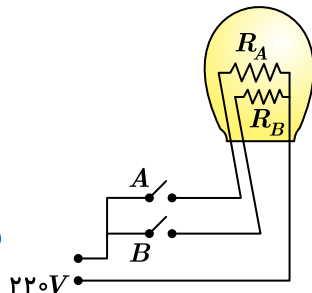
۶۸ در شکل مقابل لامپ ها مشابهند و حداکثر توان قابل تحمل هر لامپ $80W$ است. بیشترین توانی که می توان به دو سر این مجموعه متصل

کرد تا هیچ کدام از لامپ ها نسوزند چقدر است؟



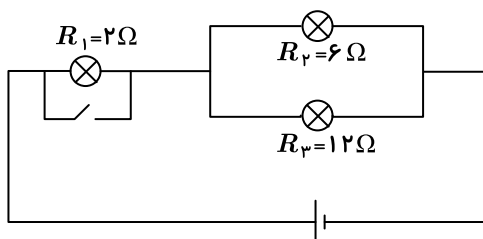
۶۹ اگر دو لامپ $100W$ و $220V$ ولتی را به طور متوالی به اختلاف پتانسیل $220V$ وصل کنیم، توان مصرفی هر یک از آنها چند وات خواهد

بود؟ (مقاومت ها ثابت می ماند.)



۷۰ مطابق شکل، یک لامپ سه راهه $۲۲۰V$ دوفیلامانه برای کار در سه توان مختلف ساخته شده است. اگر کمترین و بیشترین توان مصرفی این لامپ به ترتیب $۱۰W$ و $۵۰W$ باشد، نسبت $\frac{R_A}{R_B}$ کدام است؟ ($R_A > R_B$)

۷۱ سه لامپ مطابق شکل زیر به یک باتری متصل شده است:



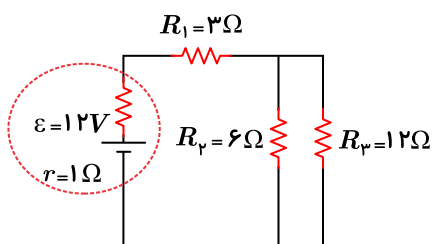
الف در حالتی که کلید باز است توان الکتریکی مصرفی در لامپ ۶ اهمی برابر $۹۶W$ است. اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری چند ولت است؟

ب اگر کلید را ببندیم روشنایی لامپ (۱) چه تغییری می یابد؟

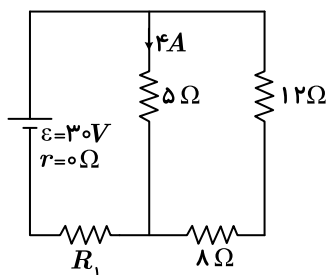
۷۲ در مدار شکل زیر:

الف مقاومت معادل را به دست آورید.

ب) جریان عبوری از R_2 را محاسبه کنید.

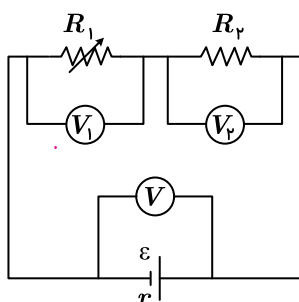


۷۳ در مدار شکل روبه رو، توان مصرفی مقاومت R_1 چند وات است؟

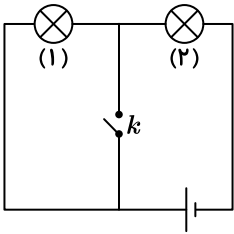


۷۴ دو مقاومت موازی ۶Ω و ۳Ω به طور متوالی به یک مقاومت ۲Ω متصل شده اند. اکنون مجموعه مقاومت ها را به دو سر یک باتری ۳۶ ولتی با مقاومت درونی ۲Ω وصل می کنیم. توان مصرفی در مقاومت ۶Ω چند وات خواهد بود؟

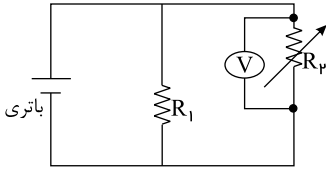
۷۵ در شکل روبه رو، مقاومت متغیر R_1 را به تدریج کاهش می دهیم. مقداری که V_1 و V_2 نشان می دهند، به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می کند؟



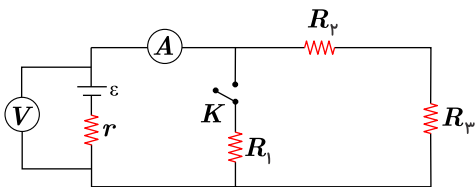
۷۶ در مدار روبه‌رو، اگر کلید k بسته شود، نور لامپ‌ها چگونه تغییر می‌کند؟



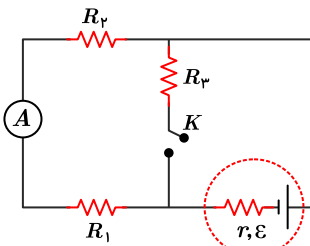
۷۷ در مدار شکل داده شده با افزایش تدریجی مقاومت R_2 از 3Ω تا 6Ω ، عدد ولت‌سنج ایده‌آل تغییری نمی‌کند. توان خروجی باتری در حین تغییر مقاومت R_2 چه تغییری می‌کند؟



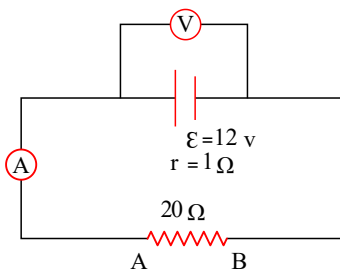
۷۸ سه مقاومت الکتریکی مطابق شکل، در یک مدار الکتریکی قرار دارند و ابتدا کلید k باز است. پس از بستن کلید K ، عددی که ولت‌سنج آرمانی نمایش می‌دهد و عدد آمپرسنج آرمانی و مقاومت معادل مجموعه می‌کند؟



۷۹ در مدار شکل مقابل، با بستن کلید K ، عددی که آمپرسنج آرمانی نشان می‌دهد چگونه تغییر می‌کند؟



۸۰ در شکل زیر اگر به جای مقاومت 20Ω دو مقاومت 20Ω به‌طور موازی قرار گیرد، مقادیری که به ترتیب ولت‌سنج و آمپرسنج نشان خواهند داد، نسبت به وضع کنونی چگونه تغییر می‌کند؟





پاسخنامه تشریحی

الف ۱

خلاف جهت

۲ طبق رابطه $R = \frac{V}{I}$ به ازای اختلاف پتانسیل یکسان، هرچه مقدار جریان کمتر باشد، مقاومت الکتریکی بیشتر است.

بنابراین $R_A > R_B$

طبق رابطه $R = \frac{\rho L}{A}$ با یکسان بودن جنس و طول سیم‌ها، مقاومت با مساحت مقطع رسانا رابطه وارون دارد. بنابراین $A_B > A_A$ است.

الف ۳

نادرست

۴ 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)

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

۵ الف) بر اساس رابطه $\Delta q = I \cdot \Delta t$ ، Ah در واقع نشان‌دهنده مقدار باری است که باتری می‌تواند قبل از اتصال مجدد به شارژر، تحت ولتاژ ۱۲ ولت در مدار به گردش در بیاورد. به عبارت دیگر چنین باتری ای می‌تواند مقدار 360×75 کولن بار را تحت ولتاژ ۱۲V در مدار به گردش درآورد و پس از آن لازم است دوباره شارژ شود. (ب) ظاهراً به کمک رابطه $q = It$ باید بتوان این زمان را محاسبه کرد.

$$q = It \Rightarrow 75 = 200t \Rightarrow t = \frac{75}{200} = \frac{3}{8} = 0,375h$$

$\frac{3}{8}$ ساعت یعنی $60 \times \frac{3}{8}$ دقیقه یعنی ۲۲,۵ دقیقه. ولی خوب است بدانید که باتری نمی‌تواند بطور مدام در مدت ۲۲,۵ دقیقه چنین جریانی را از خود بگذراند و قطعاً در صورت چنین کاری به شدت آسیب می‌بیند و در زمانی بسیار کمتر، کاملاً از کار می‌افتد.

۶

$$\frac{R_1}{R_r} = \frac{\frac{V_1}{I_r}}{\frac{V_r}{I_r}} \Rightarrow \frac{R_1}{R_r} = \frac{V_1}{V_r} \times \frac{I_r}{I_1} \Rightarrow \frac{R_1}{R_r} = 1 \times \frac{4}{2} = 2$$

۷ ۲۰ ثانیه را برحسب ساعت به دست می‌آوریم:

$$20s = 20s \times \frac{1h}{3600s} = \frac{1}{180}h$$

$$\Delta q = \text{مساحت زیر نمودار} = \frac{1}{2} \times (20 + 16) \times \frac{1}{180} = 0,1Ah$$

۸ برای به دست آوردن مقاومت در هر ولتاژ باید از رابطه $R = \frac{V}{I}$ استفاده کنیم:

$$\left. \begin{aligned} R = \frac{V}{I} \Rightarrow R_r &= \frac{4V}{4mA} = \frac{4V}{4 \times 10^{-3}A} = 1000\Omega \\ R = \frac{V}{I} \Rightarrow R_r &= \frac{2V}{1mA} = \frac{2V}{1 \times 10^{-3}A} = 2000\Omega \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{R_r}{R_r} = \frac{1000\Omega}{2000\Omega} = \frac{1}{2}$$

همان‌طور که می‌بینید، مقاومت برای یک دیود نوری ثابت نیست و با تغییر ولتاژ، تغییر کرده است.

۹ الف) ابتدا میزان بار عبوری از باتری در مدت یک دقیقه را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = I \Delta t = 8 \times 10^{-2} \times 60 = 4,8C$$

حال به محاسبه تعداد الکترون‌ها می‌پردازیم:

$$\Delta q = ne \Rightarrow 4,8 = 1,6 \times 10^{-19} \times n \Rightarrow n = 3 \times 10^{19}$$

(صفحه ۶۲ کتاب درسی)

(ب) آمپر- ساعت و میلی‌آمپر- ساعت یکای بار الکتریکی هستند. اگر بار را برحسب آمپر- ساعت و جریان را برحسب آمپر جای‌گذاری کنیم، زمان برحسب ساعت به دست می‌آید.

$$\Delta q = I \Delta t \Rightarrow \frac{80}{100} \times 5000 \times 10^{-3} = 0,8 \times \Delta t \Rightarrow \Delta t = 50h$$



(صفحه ۴۲ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

(الف)

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow \Delta q = 8 \times 10^{-2} \times 60 = 480 \text{ C (نمره ۲۵)}$$

$$\Delta q = ne \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow 480 = 1.6 \times 10^{-19} \times n \Rightarrow n = 3 \times 10^{19} \text{ (نمره ۲۵)}$$

(ب)

$$\Delta q = I \Delta t \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow \frac{80}{100} \times 5000 \times 10^{-3} = 0.8 \times \Delta t \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow \Delta t = 50 \text{ h (نمره ۲۵)}$$

۱۰ الف مقاومت B: زیرا شیب نمودار $I - V$ برابر با عکس مقاومت الکتریکی است. پس هر چقدر شیب خط بیشتر باشد، مقاومت کمتر خواهد بود. (صفحه ۶۲ کتاب درسی)

(ب)

$$R \sim \frac{1}{\text{شیب خط}} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \frac{\text{شیب خط B}}{\text{شیب خط A}} = \frac{5}{12} = \frac{120}{R_B} = \frac{5}{12} \Rightarrow R_B = 288 \Omega$$

(صفحه ۶۲ کتاب درسی)

(ج)

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 120 = \frac{V}{0.3} \Rightarrow V = 36 \text{ V}$$

(صفحه ۴۳ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

(الف)

$$(A) \text{ شیب} > (B) \text{ شیب} \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow R_A < R_B \text{ (نمره ۲۵)}$$

(ب)

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\text{شیب خط B}}{\text{شیب خط A}} \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow \frac{120}{R_B} = \frac{5}{12} = \frac{5}{12} \Rightarrow R_B = 288 \Omega \text{ (نمره ۲۵)}$$

(ج)

$$R = \frac{V}{I} \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow 120 = \frac{V}{0.3} \Rightarrow V = 36 \text{ V (نمره ۲۵)}$$

۱۱ الف چون نمودار $I - V$ یک خط راست با شیب ثابت است، پس مربوط به رسانایی اهمی است.

$$(B) \text{ شیب} > (A) \text{ شیب} \Rightarrow R_B < R_A \Rightarrow \frac{I}{V} = \frac{1}{R}$$

(صفحه ۵۵ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف رسانای اهمی (ب) B

(هر مورد ۲۵ نمره)

۱۲

الف درست

۱۳

الف بار الکتریکی

۱۴ میله نیم رسانا است، چون در نیم رساناها با افزایش دما، به دلیل افزایش حامل های بار، مقاومت الکتریکی کاهش می یابد؛ بنابراین جریان در مدار افزایش می یابد.

۱۵

الف نادرست

ب درست

پ درست

۱۶

$$\rho_A = \rho_B, L_A = 2L_B, A_A = 2A_B$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{\rho_A}{\rho_B} \times \frac{L_A}{L_B} \times \frac{A_B}{A_A} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 1 \times 2 \times \frac{1}{2} = 1$$

۱۷ وقتی اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها یکسان باشد، هرچه 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:

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= \frac{\rho_1 L_1}{A_1} = \frac{\rho \frac{L}{2}}{\frac{A}{2}} = \frac{\rho L}{A} \\ R_2 &= \frac{\rho_2 L_2}{A_2} = \frac{\rho \times (1.5L)}{\frac{A}{4}} = \frac{3\rho L}{A} \\ R_3 &= \frac{\rho_3 L_3}{A_3} = \frac{\rho L}{A} \end{aligned} \right\} \Rightarrow R_2 > R_1 = R_3$$

با توجه به رابطه $I = \frac{V}{R}$ داریم:

$$R_2 > R_1 = R_3 \Rightarrow I_2 < I_3 = I_1$$

۱۸

الف مستقیم

ب کمتر

پ زیاد

۱۹ شیب نمودار V بر حسب I برابر R است؛ بنابراین داریم:

$$\text{شیب نمودار} = R \rightarrow R_A > R_B$$

$$\rightarrow \rho_A \frac{L_A}{A_A} > \rho_B \frac{L_B}{A_B} \xrightarrow[A_A=A_B]{\rho_A=\rho_B} L_A > L_B$$

رسانای A طول بیشتری دارد.

(صفحه ۵۰ و ۵۲ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$\text{شیب نمودار} = R \rightarrow R_A > R_B \quad (\text{نمره ۲۵, ۲۵})$$

$$\rightarrow \rho_A \frac{L_A}{A_A} > \rho_B \frac{L_B}{A_B} \quad (\text{نمره ۲۵, ۲۵}) \rightarrow L_A > L_B$$

۲۰ الف) در رسانای اهمی، جریان عبوری از رسانا با اختلاف پتانسیل (ولتاژ) اعمال‌شده به دو سر آن، رابطه مستقیم دارد. (صفحه ۴۴ کتاب درسی)

ب) اگر خازن به مولد وصل باشد، ولتاژ آن ثابت می‌ماند و با تغییر ظرفیت، بار الکتریکی آن تغییر می‌کند. (صفحه ۳۸ کتاب درسی)

ج) بر اساس رابطه $F = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$ ، با $\sqrt{2}$ برابر شدن r ، نیروی الکتریکی $\frac{1}{2}$ برابر می‌شود. (صفحه ۵ کتاب درسی)

د) مقاومت ویژه فقط به جنس سیم و دما بستگی دارد؛ پس با نصف شدن طول سیم، مقاومت ویژه تغییر نمی‌کند. (صفحه ۴۵ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف) اهمی (۲۵، نمره) ب) ولتاژ (۲۵، نمره) ج) $\frac{1}{2}$ (۲۵، نمره) د) تغییر نمی‌کند (۲۵، نمره)

۲۱ طبق قانون اهم، داریم:

$$R = \frac{V}{I} \rightarrow I = \frac{1}{R}V$$

اگر نمودار I بر حسب V را رسم کنیم، خط راستی خواهد شد که از مبدأ مختصات می‌گذرد و شیب آن $\frac{1}{R}$ است. پس مطابق شکل داریم:

$$\text{شیب نمودار} = \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{R_B} > \frac{1}{R_A} \rightarrow R_B < R_A$$

حال رابطه مقاومت الکتریکی بر حسب مشخصات ساختمانی آن را می‌نویسیم:



$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \rho_B \frac{L_B}{A_B} < \rho_A \frac{L_A}{A_A}$$

$$\frac{\rho_A = \rho_B}{L_A = L_B} \frac{1}{A_B} < \frac{1}{A_A} \rightarrow A_B > A_A$$

(صفحة ۵۰ و ۵۲ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$\frac{1}{R} = \text{شیب نمودار (نمره ۲۵)}$$

$$\frac{1}{R_B} > \frac{1}{R_A} \rightarrow R_B < R_A \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \rho_B \frac{L_B}{A_B} < \rho_A \frac{L_A}{A_A} \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow A_B > A_A \text{ (نمره ۲۵)}$$

۲۲

$$R = \rho \frac{L}{A} = 1,57 \times 10^{-8} \frac{0,5}{\frac{3,14((2 \times 10^{-3})^2 - 10^{-6})}{4}} = \frac{1}{1200} \Omega$$

۲۳ ابتدا مساحت سطح مقطع سیم را محاسبه می‌کنیم:

$$A = \pi r^2 = \pi (2 \times 10^{-3})^2 = 4\pi \times 10^{-6} m^2$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow R = 2\pi \times 10^{-5} \times \frac{1}{4\pi \times 10^{-6}} \Rightarrow R = 5 \Omega$$

$$V = RI \Rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{20}{5} = 4 A$$

مقدار بار عبور کننده: $q = 4 \times 60 = 240 C$

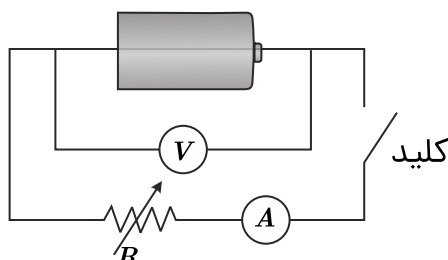
$$q = \pm ne \Rightarrow 240 = n \times 1,6 \times 10^{-19} \Rightarrow n = \frac{240}{1,6 \times 10^{-19}} = 1,5 \times 10^{21}$$

پس تعداد الکترون‌های عبور کننده $1,5 \times 10^{21}$ عدد خواهد بود.

۲۴ در برخی مواد مانند جیوه (یا قلع)، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر می‌رسد و در دماهای پایین‌تر نیز همچنان صفر می‌ماند. این پدیده را ابررسانایی می‌گویند. (صفحة ۴۵ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

در برخی مواد مانند جیوه (یا قلع) (نمره ۲۵)، مقاومت ویژه در دمای خاصی (نمره ۲۵) به صورت ناگهانی به صفر می‌رسد (نمره ۲۵) و در دماهای پایین‌تر نیز همچنان صفر می‌ماند (نمره ۲۵). این پدیده را ابررسانایی می‌گویند.

۲۵ وقتی کلید باز است، عدد ولت‌سنج را می‌خواند که همان مقدار نیروی محرکه باتری (ε) است. سپس کلید را می‌بندد و دوباره عدد ولت‌سنج (V) و آمپرسنج (I) را می‌خواند و با توجه به رابطه $V = \varepsilon - Ir$ مقدار مقاومت داخلی (r) را به دست می‌آورد.۲۶ الف) آمپرسنج A_1 ؛ زیرا هرچه طول رسانا کمتر باشد مقدار مقاومت آن کمتر و در نتیجه جریان بیشتر است (باتری‌ها مشابه هستند؛ در نتیجه جریان با مقاومت رابطه عکس دارد). ب) ارتباط مستقیم مقاومت الکتریکی با طول رسانا ($R \propto L$)۲۷ مداری مطابق شکل می‌سازیم. در حالتی که کلید باز است، عدد ولت‌سنج همان نیروی محرکه مولد را نشان می‌دهد. وقتی کلید را می‌بندیم، عدد ولت‌سنج و آمپرسنج را می‌خوانیم و در رابطه $V = \varepsilon - Ir$ قرار می‌دهیم؛ با داشتن ε از مرحله اول و عدد ولت‌سنج و آمپرسنج، مقدار مقاومت داخلی مولد را حساب می‌کنیم.

۲۸

الف)

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{2 + 1} = \frac{12}{3} = 4 A$$

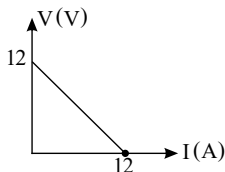
$$V = \varepsilon - rI = 12 - 1 \times 4 = 12 - 4 = 8 v \text{ (ب)}$$

راه دیگر آن است که بدانیم ولتاژ دو سر مولد همان ولتاژ دو سر R است یعنی:

$$V = RI = 2 \times 4 = 8 V$$

ج) با توجه به آن که مقادیر ε و r ثابت هستند می توان 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 می دهد که نمودار $V - I$ خطی با شیب (-1) و عرض از مبدأ ۱۲ است:

۲۹ وقتی کلید قطع است، ولتسنج مقدار ε را نشان می دهد؛ پس:

$$\text{کلید قطع} \Rightarrow \Delta V = \varepsilon = 10V$$

وقتی کلید بسته است، ولتسنج مقدار $\varepsilon - Ir$ را نشان می دهد:

$$\text{کلید بسته} \Rightarrow \Delta V = \varepsilon - Ir \Rightarrow 8V = 10V - Ir \quad (I)$$

خب الان یک معادله داریم ۲ مجهول!!! به یک معادله دیگر نیاز داریم. این معادله همان رابطه محاسبه جریان در مدار تک حلقه است:

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} \Rightarrow I = \frac{10V}{r + 4\Omega} \quad (II)$$

حالا دو معادله و دو مجهول داریم. به جای (I) در رابطه اول قرار می دهیم $\frac{10}{r+4}$ و مقدار درونی منبع را به دست می آوریم:

$$\left. \begin{aligned} 8V &= 10V - Ir \\ I &= \frac{10V}{r + 4\Omega} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 8V = 10V - \left(\frac{10V}{r + 4\Omega} \right) r \Rightarrow \left(\frac{10V}{r + 4\Omega} \right) r = 2V \Rightarrow \frac{10V}{r + 4\Omega} = 2 \Rightarrow \frac{5r}{r + 4\Omega} = 1$$

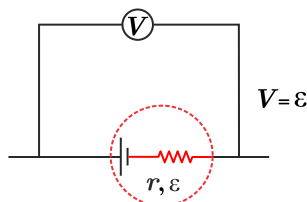
$$\Rightarrow 5r = r + 4\Omega \Rightarrow 4r = 4\Omega \Rightarrow r = 1\Omega$$

۳۰ مداری مطابق شکل می بندیم.

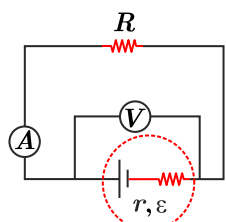
در حالتی که کلید باز است، عدد ولتسنج را می خوانیم که نشان دهنده نیروی محرکه باتری است. پس از بسته شدن کلید، اعداد آمپرسنج و ولتسنج به ترتیب I و V را نشان می دهند. اعداد به دست آمده را در رابطه $V = \varepsilon - Ir$ قرار داده و مقدار r را محاسبه می کنیم.

۳۱

ابتدا دو سر باتری را به یک ولتسنج وصل می کنیم. عددی که ولتسنج در این حالت نشان می دهد، برابر نیروی محرکه باتری (ε) است.



سپس دو سر باتری را به یک مقاومت مشخص R وصل می کنیم و در این حالت، جریان گذرنده از باتری و ولتاژ دو سر آن را اندازه می گیریم:



با داشتن V ، ε و I ، طبق رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، مقاومت درونی باتری (r) به دست می آید.

(صفحه ۶۴ و ۶۵ کتاب درسی)

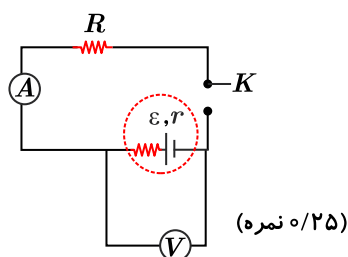
راهنمای تصحیح:

ابتدا مداری را مطابق شکل آماده می کنیم:

هنگامی که کلید باز باشد، عددی که ولتسنج نشان می دهد، برابر با نیروی محرکه باتری (ε) است. (نمره ۰٫۲۵)

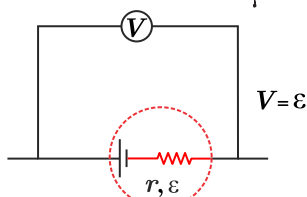
هنگامی که کلید بسته باشد، عدد ولتسنج و آمپرسنج را می خوانیم (نمره ۰٫۲۵) و با استفاده از رابطه زیر، مقاومت درونی باتری (r) را به دست می آوریم.

$$V = \varepsilon - rI \quad (\text{نمره } ۰٫۲۵)$$

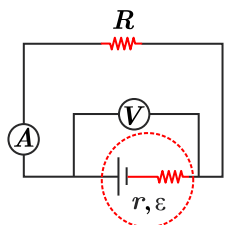


(۰٫۲۵/نمره)

۳۲



ابتدا دو سر باتری را به یک ولت‌سنج وصل می‌کنیم. عددی که ولت‌سنج در این حالت نشان می‌دهد، برابر نیروی محرکه باتری (ε) است.



سپس دو سر باتری را به یک مقاومت مشخص R وصل می‌کنیم و در این حالت، جریان گذرنده از باتری و ولتاژ دو سر آن را اندازه می‌گیریم:

با داشتن V ، ε و I ، طبق رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، مقاومت درونی باتری (r) به دست می‌آید.

(صفحه ۶۴ و ۶۵ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

ابتدا مداری را مطابق شکل آماده می‌کنیم:

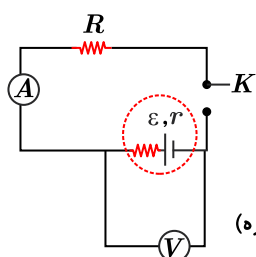
هنگامی که کلید باز باشد، عددی که ولت‌سنج نشان می‌دهد، برابر با نیروی محرکه باتری (ε) است.

(نمره ۰٫۲۵)

هنگامی که کلید بسته باشد، عدد ولت‌سنج و آمپرسنج را می‌خوانیم (نمره ۰٫۲۵) و با استفاده از رابطه زیر، مقاومت درونی باتری (r) را به دست می‌آوریم.

$$V = \varepsilon - rI \quad (\text{نمره } ۰٫۲۵)$$

(نمره ۰٫۲۵)



۳۳

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \rightarrow V = \frac{R}{R+r} \times \varepsilon \Rightarrow \begin{cases} \text{حالت اول: } V_1 = \frac{3}{3+r} \times \varepsilon \\ \text{حالت دوم: } V_2 = \frac{1}{1+r} \times \varepsilon \end{cases}$$

$$V_2 = \frac{1}{3} V_1 \Rightarrow \frac{1}{1+r} \times \varepsilon = \frac{1}{3} \times \frac{3}{3+r} \times \varepsilon \Rightarrow \frac{1}{1+r} = \frac{1}{3+r} \rightarrow 6 + 2r = 1 + r \Rightarrow r = 2\Omega$$

(صفحه ۵۱ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \quad (\text{نمره } ۰٫۲۵)$$

$$V = IR \quad (\text{نمره } ۰٫۲۵) \rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{1}{1+r}}{\frac{3}{3+r}} = \frac{1}{3} \Rightarrow r = 2\Omega \quad (\text{نمره } ۰٫۲۵)$$

۳۴

الف

نادرست

۳۵ کاری که منبع نیروی محرکه الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد، تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتر ببرد، اصطلاحاً نیروی محرکه الکتریکی نامیده می‌شود. (صفحه ۶۲ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

کاری که (نمره ۰٫۲۵) منبع نیروی محرکه الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت (نمره ۰٫۲۵) انجام می‌دهد، تا آن را از پایانه با پتانسیل کمتر به پایانه با پتانسیل بیشتر ببرد (نمره ۰٫۲۵)، اصطلاحاً نیروی محرکه الکتریکی نامیده می‌شود.

۳۶ الف

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow 2200 = \frac{220^2}{R} \Rightarrow R = 22\Omega$$

(ب)

$$U = P \cdot t \Rightarrow U = 2,2 \times 1,5 = 3,3 kWh \Rightarrow \text{بهای برق} = 3,3 \times 100 = 330 \text{ تومان}$$

۳۷ اهم‌تر مقاومت لامپ را در حالت خاموش اندازه می‌گیرد، در حالی که رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، مقاومت لامپ را در حالت روشن محاسبه می‌کند. چون در حالت روشن دما و در نتیجه مقاومت لامپ بیشتر است، بنابراین عدد به‌دست‌آمده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ بیشتر است.

(صفحه ۵۵ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

عدد به‌دست‌آمده با رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ (نمره ۰٫۲۵)؛ زیرا این عدد، مقاومت رشته سیم را در حالت روشن نشان می‌دهد (نمره ۰٫۲۵) و چون دمای سیم در حالت روشن بیشتر است، مقاومت بزرگ‌تری نیز دارد (نمره ۰٫۲۵).

۳۸

$$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow 1100 = \frac{220^2}{R} \Rightarrow R = 44\Omega$$

$$U = P\Delta t \xrightarrow{\substack{P=1100W=1.1kW \\ \Delta t=15min=\frac{1}{4}h}} P = 1.1 \times \left(30 \times \frac{1}{4}\right) \Rightarrow U = 8.25kWh$$

راهنمای تصحیح:

(الف)

$$P = \frac{V^2}{R} \text{ (نمره ۰٫۲۵)} \Rightarrow 1100 = \frac{220^2}{R} \Rightarrow R = 44\Omega \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$$

(ب)

$$U = P\Delta t \text{ (نمره ۰٫۲۵)} = 1.1 \times \left(30 \times \frac{1}{4}\right) \text{ (نمره ۰٫۲۵)} \Rightarrow U = 8.25kWh \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$$

۳۹

$$\text{اتصال متوالی: } R_{1eq} = R + R = 30 + 30 = 60\Omega$$

$$P_1 = \frac{V^2}{R_{1eq}} = \frac{60^2}{60} = 60W$$

$$\text{اتصال موازی: } \frac{1}{R_{req}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1}{30} + \frac{1}{30} = \frac{1}{15} \Rightarrow R_{req} = 15\Omega$$

$$P_r = \frac{V^2}{R_{req}} = \frac{60^2}{15} = 240W \Rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \frac{240}{60} = 4$$

(صفحه ۶۴ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$\text{حالت متوالی: } R_{eq} = 30 + 30 = 60\Omega \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$$

$$\text{حالت موازی: } R'_{eq} = \frac{30}{2} = 15\Omega \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$$

$$\frac{P'}{P} = \frac{R_{eq}}{R'_{eq}} \text{ (نمره ۰٫۲۵)} \Rightarrow \frac{P'}{P} = \frac{60}{15} = 4 \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$$

۴۰ گام اول: ابتدا مقاومت این قطعه سیم را با استفاده از رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ به دست می‌آوریم:

$$R = \rho \frac{L}{A} = 10^{-6}\Omega \cdot m \times \frac{2m}{0.2 \times 10^{-6}m^2} = 10\Omega$$

گام دوم: حالا توان مصرفی را به دست می‌آوریم:

$$P = \frac{(\Delta V)^2}{R} = \frac{(200V)^2}{10\Omega} = 4000W = 4kW$$

گام سوم: توجه کنید که چون توان را برحسب کیلووات داریم، اگر زمان را برحسب ساعت به دست آوریم، به راحتی می‌توانیم انرژی مصرفی را برحسب کیلووات ساعت حساب کنیم:

$$\Delta t = 20min = \frac{1}{3}h$$

بنابراین انرژی مصرفی برحسب کیلووات ساعت برابر است با:

$$U = P\Delta t = 4kW \times \frac{1}{3}h = \frac{4}{3}kWh$$

۴۱ ابتدا توان لامپ را در ولتاژ جدید محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \rightarrow \frac{P_r}{200} = \left(\frac{110}{220}\right)^2 \rightarrow P_r = 50W$$

حال به محاسبه میزان انرژی مصرفی می‌پردازیم:

$$U = Pt \rightarrow U = 50 \times 10^{-3} \times 3 = 0.15kWh$$

(صفحه ۶۳ کتاب درسی)



راهنمای تصحیح:

$$\frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \rightarrow \frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{110}{220}\right)^2 \rightarrow P_r = 50W \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$U = Pt \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow U = 50 \times 10^{-3} \times 3 = 0.15kWh \text{ (نمره ۲۵)}$$

۴۲ طبق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، فرمول مقایسه‌ای به صورت زیر خواهد بود:

$$\frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \rightarrow \frac{P_r}{P_1} = (0.9)^2 \rightarrow P_r = 0.81P_1$$

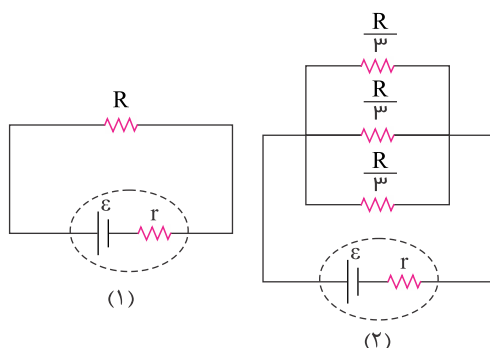
$$P_r = P_1 - 19 \xrightarrow{P_r = 0.81P_1} 0.81P_1 = P_1 - 19 \rightarrow 0.19P_1 = 19 \rightarrow P_1 = 100W$$

(صفحه ۶۷ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$\frac{P_r}{P_1} = \left(\frac{V_r}{V_1}\right)^2 \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow \frac{P_1 - 19}{P_1} = \left(\frac{0.9V_1}{V_1}\right)^2 \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow P_1 = 100W \text{ (نمره ۲۵)}$$

۴۳

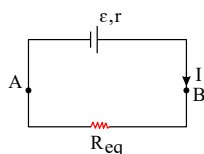


$$R_T = \frac{R}{3} = \frac{R}{9}$$

$$P = \epsilon I \Rightarrow P' = \frac{9}{8}P \Rightarrow \epsilon I' = \frac{9}{8}\epsilon I$$

$$\Rightarrow \frac{\epsilon}{\frac{R}{9} + r} = \frac{9}{8} \times \frac{\epsilon}{R + r} \Rightarrow R + 9r = 8R + 8r \Rightarrow 4r = 4R \Rightarrow r = R$$

۴۴



$$I = \frac{\epsilon}{r + R_{eq}} \rightarrow \epsilon = I(r + R_{eq})$$

$$\frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{تولیدی}}} = \frac{\epsilon I - rI^2}{\epsilon I} = \frac{\epsilon - rI}{\epsilon} = \frac{V_{AB}}{\epsilon} = \frac{R_{eq}I}{I(r + R_{eq})}$$

$$= \frac{R_{eq}}{r + R_{eq}} = \frac{6}{4 + 6} = \frac{6}{10} = 60\%$$

۴۵ برای توان مولد داریم:

$$P = \epsilon I - rI^2 = \epsilon \left(\frac{\epsilon}{R + r}\right) - r \left(\frac{\epsilon}{R + r}\right)^2 = \frac{R\epsilon^2}{(R + r)^2}$$

$$R = 0.5 \Rightarrow P = 32 \Rightarrow 32 = \frac{0.5 \times \epsilon^2}{(0.5 + r)^2} \quad (I)$$

$$R = 3 \Rightarrow P = 27 \Rightarrow 27 = \frac{3 \times \epsilon^2}{(3 + r)^2} \quad (II)$$

$$\frac{32}{27} = \frac{0.5 \times (3 + r)^2}{3 \times (0.5 + r)^2} \Rightarrow \frac{64}{9} = \frac{(3 + r)^2}{(0.5 + r)^2} \Rightarrow \frac{8}{3} = \frac{3 + r}{0.5 + r} \Rightarrow 4 + 8r = 9 + 3r \Rightarrow 5r = 5 \Rightarrow r = 1\Omega$$

$$II) 27 = \frac{3 \times \epsilon^2}{(3 + 1)^2} \Rightarrow \epsilon^2 = 9 \times 16 \Rightarrow \epsilon = 3 \times 4 = 12V$$

می‌دانیم هنگامی که $R = r$ شود، توان خروجی مولد بیشینه می‌شود. بنابراین داریم:

$$P = \frac{R\varepsilon^2}{(R+r)^2} \xrightarrow{R=r} P_{max} = \frac{r\varepsilon^2}{(r+r)^2} = \frac{r\varepsilon^2}{(r+r)^2} \Rightarrow P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = \frac{12^2}{4 \times 1} = 36W$$

۴۶ در هر مرحله، مقاومت معادل و جریان مدار و پس از آن توان را محاسبه می‌کنیم.

در ابتدا داریم:

$$R_{r_i} = 1\Omega \rightarrow R_{eq} = R_L + R_{r_i} = 1 + 1 = 2\Omega, I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{2 + 4} = \frac{12}{6} = 2A$$

$$P_{r_i} = R_{r_i} I^2 = 1 \times (2)^2 = 4W$$

$$P_{\text{مولد}} = R_{eq} I^2 = 2 \times (2)^2 = 8(W)$$

و در حالت دوم داریم:

$$R_{r_f} = 7\Omega \rightarrow R'_{eq} = 1 + 7 = 8\Omega, I' = \frac{\varepsilon}{R'_{eq} + r} = \frac{12}{8 + 4} = \frac{12}{12} = 1(A)$$

$$P'_{r_f} = R_{r_f} I'^2 = 7 \times (1)^2 = 7W$$

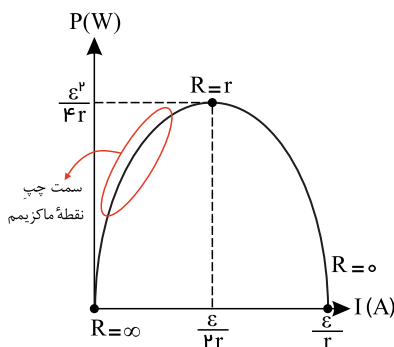
$$P'_{\text{مولد}} = R'_{eq} (I')^2 = 8 \times 1^2 = 8W \rightarrow \Delta P_r = 7 - 4 = 3W$$

$$\Delta P_{\text{مولد}} = 0$$

(دقت کنید که در هر مرحله، توان خروجی مولد را با استفاده از توان مصرفی مقاومت خارجی مدار محاسبه کرده‌ایم!!)

۴۷ نمودار تابع $P = \varepsilon I - rI^2$ برحسب I مطابق شکل روبه‌رو است.

با توجه به نمودار درمی‌یابیم اگر $R > r$ باشد، در سمت چپ نقطهٔ ماکزیمم قرار داریم و با افزایش R و کاهش I واضح است توان خروجی کاهش می‌یابد.



۴۸ تابع مفید P برحسب I یک سهمی است که ضریب درجه ۲ آن منفی است؛ پس نقطهٔ بیشینه دارد و داریم:

$$I_{\text{رأس سهمی}} = \frac{-b}{2a} = \frac{-\varepsilon}{2(-r)} = \frac{\varepsilon}{2r}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon}{2r} \rightarrow R+r = 2r \rightarrow R=r$$

$$P_{max} = \varepsilon I_{\text{رأس سهمی}} - r I_{\text{رأس سهمی}}^2 \rightarrow P_{max} = \varepsilon \left(\frac{\varepsilon}{2r}\right) - r \left(\frac{\varepsilon}{2r}\right)^2 = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

(صفحهٔ ۶۹ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$I_{\text{رأس سهمی}} = \frac{-b}{2a} = \frac{-\varepsilon}{2(-r)} = \frac{\varepsilon}{2r} \text{ (نمره ۲۵، ۰)} \text{ (نمره ۲۵، ۰)}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon}{2r} \text{ (نمره ۲۵، ۰)} \rightarrow R+r = 2r \rightarrow R=r \text{ (نمره ۲۵، ۰)}$$

$$P_{max} = \varepsilon I_{\text{رأس سهمی}} - r I_{\text{رأس سهمی}}^2 \rightarrow P_{max} = \varepsilon \left(\frac{\varepsilon}{2r}\right) - r \left(\frac{\varepsilon}{2r}\right)^2 = \frac{\varepsilon^2}{4r} \text{ (نمره ۲۵، ۰)}$$

۴۹ الف) طبق رابطهٔ $V = \varepsilon - rI$ نمودار V برحسب I باتری، خط راستی با عرض از مبدأ ε و شیب $-r$ است. پس:

$$\varepsilon = 12V$$

$$\frac{-12}{r} = -r \rightarrow r = 2\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \Rightarrow I = \frac{12}{4+2} = 2A$$

(صفحهٔ ۶۴ کتاب درسی)

ب)

$$P_r = rI^2 \rightarrow P_r = 2 \times (2)^2 = 8W$$

(صفحهٔ ۶۹ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف)



$$V = \varepsilon - rI \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow \varepsilon = 12 \text{ V (نمره ۲۵)}, r = \frac{12}{6} = 2 \Omega \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow I = \frac{12}{4+2} = 2 \text{ A (نمره ۲۵)}$$

(ب)

$$P_r = rI^2 \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow P_r = 2 \times (2)^2 = 8 \text{ W (نمره ۲۵)}$$

نکته: بیشینه توان مفید مولد (توان خروجی) در حالتی است که $R = r$ باشد. در این صورت به ازای جریان $I = \frac{\varepsilon}{2r}$ بیشترین توان خروجی برابر $P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ خواهد شد.

$$P = \varepsilon I - rI^2 \xrightarrow{I=\frac{\varepsilon}{2r}} P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$$

$$P_{\max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} \Rightarrow 36 = \frac{24^2}{4r} \Rightarrow r = 4 \Omega$$

حال اگر مقاومت $R = 8 \Omega$ را به دو سر مولد ببندیم داریم:

$$V = IR \Rightarrow V = \frac{\varepsilon R}{R+r} = \frac{24 \times 8}{8+4} = 16 \text{ V}$$

۵۱

$$\frac{I_r}{I_1} = \frac{R_C}{R_D} \xrightarrow{R=\frac{\rho L}{A}} \frac{R_C}{R_D} = \frac{L_C}{L_D} \times \left(\frac{r_D}{r_C}\right)^2 \xrightarrow{L_C=2L_D, r_C=\frac{1}{2}r_D} \frac{I_r}{I_1} = 2 \times (2)^2 = 8$$

۵۲

$$R_{12} = \frac{6 \times 12}{6+12} = 4 \Omega \Rightarrow R_{eq} = 4 + 8 = 12 \Omega$$

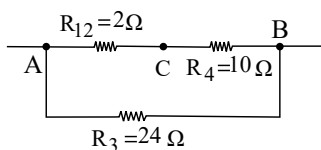
$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{36}{12} = 3 \text{ A} \xrightarrow{I_1 = \text{جریان مقاومت‌ها همی}} I_r + 2I_r = 3 \text{ A} \Rightarrow I_r = 1 \text{ A}, I_1 = 2 \text{ A}$$

۵۳ با دقت در شکل متوجه می‌شویم که

دو سر مقاومت‌های R_1 و R_2 به هم وصل هستند پس این دو موازی‌اند:
و دو سر R_{12} همان نقاط A و C هستند.

$$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} \Rightarrow R_{12} = 3 \Omega$$

دو سر مقاومت R_4 همان نقاط B و C هستند و دو سر مقاومت R_3 نقاط A و B هستند و شکل جدید بدست می‌آید.



حالا مشاهده می‌شود که R_{12} با R_4 سری است و حاصل آنها با R_3 موازی است:

$$R_{124} = R_{12} + R_4 = 2 + 10 = 12 \Omega \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_{124}} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{3}{24} \Rightarrow R_{eq} = 8 \Omega$$

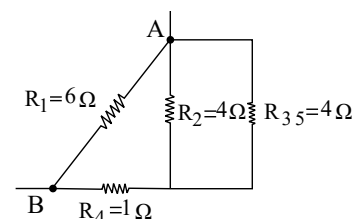
تکنیک اسم‌گذاری دو سر مقاومت‌ها کمک می‌کند که بهتر بتوانیم شکل‌های جدید را رسم کنیم.

۵۴ با دقت در شکل می‌بینیم که مقاومت‌های R_3 و R_5 با هم سری هستند چون انشعابی بین آنها نیست:

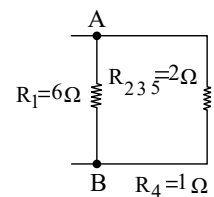
$$R_{35} = R_3 + R_5 = 2 + 2 = 4 \Omega$$

اکنون مشاهده می‌شود R_{35} با R_2 موازی هستند:

$$\frac{1}{R_{235}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{35}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} \Rightarrow R_{235} = 2 \Omega$$



مقاومت‌های R_4 و R_{235} با هم سری هستند و حاصل در نهایت با R_1 موازی است:



۵۵

$$R_{\text{فرز}} = R_f + R_{\text{فر}} = 1 + 2 = 3\Omega$$

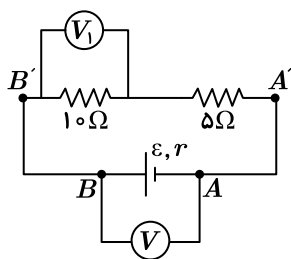
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{\text{فرز}}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{2}{6} \Rightarrow R_{eq} = 3\Omega$$

$$R_1 = \frac{3}{4}R, \quad R_f = \frac{1}{4}R$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_f} \Rightarrow \frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{\frac{3}{4}R} + \frac{1}{\frac{1}{4}R} = \frac{4}{3R} + \frac{4}{R} = \frac{16}{3R}$$

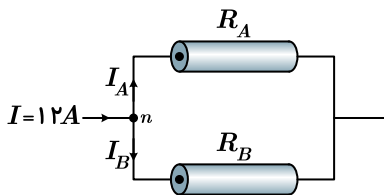
$$\Rightarrow \frac{1}{R_{AB}} = \frac{16}{3R} \Rightarrow R_{AB} = \frac{3}{16}R$$

۵۶ 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:



$$\frac{V_1}{V} = \frac{R_1}{R_{eq}} = \frac{R_1}{R_1 + R_f} = \frac{10\Omega}{10\Omega + 5\Omega} = \frac{10\Omega}{15\Omega} = \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{V_1}{V} = \frac{2}{3} \Rightarrow V = \frac{60}{2} = 30V$$

۵۷ ابتدا شکل سوال را رسم می‌کنیم تا بفهمیم با چه مسئله‌ای سر و کار داریم:



جریان I وقتی به گره n می‌رسد، به نسبت عکس مقاومت‌ها بین آنها تقسیم می‌شود:

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B \frac{L_B}{A_B}}{\rho_A \frac{L_A}{A_A}} \xrightarrow{I_A=I_B, A_A=A_B} \frac{I_A}{I_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A} = \frac{4 \times 10^{-8}\Omega \cdot m}{2 \times 10^{-8}\Omega \cdot m} = 2$$

پس $\frac{I_A}{I_B} = 2$ است. از طرفی می‌دانیم $I = I_A + I_B$ است؛ بنابراین:

$$I = I_A + I_B = I_A + \frac{1}{2}I_A = \frac{3}{2}I_A \Rightarrow 12A = \frac{3}{2}I_A \Rightarrow I_A = 8A$$

۵۸

الف

اختلاف پتانسیل دو سر هر یک از لامپ‌ها در حالت موازی (مدار ۲) برابر V است؛ بنابراین، توان مصرفی این لامپ‌ها در این حالت $P_1 = \frac{V^2}{R_1}$ و $P_2 = \frac{V^2}{R_2}$ است؛ اما، در

حالت متوالی (مدار ۱) اختلاف پتانسیل دو سر لامپ L_1 برابر V_1 و اختلاف پتانسیل دو سر لامپ L_2 برابر V_2 است؛ پس، توان لامپ‌های L_1 و L_2 به ترتیب $P'_1 = \frac{V_1^2}{R_1}$ و $P'_2 = \frac{V_2^2}{R_2}$ است.

می‌دانیم V_1 و V_2 کوچک‌تر از V هستند؛ پس داریم:

$$V_1 < V \Rightarrow \frac{V_1^2}{R_1} < \frac{V^2}{R_1} \Rightarrow P'_1 < P_1$$

بنابراین، نور لامپ L_1 در حالت موازی بیشتر از حالت سری است؛ چون، توان مصرفی لامپ در حالت موازی بیشتر است.

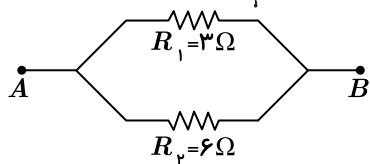
به همین ترتیب نور لامپ L_2 در حالت موازی بیشتر از حالت سری است؛ چون، توان مصرفی لامپ در حالت موازی بیشتر است.

ب

سری؛ چون با سوختن یکی از لامپ‌ها، جریان در مدار قطع می‌شود و در نتیجه لامپ دیگر خاموش می‌شود.

۵۹ دو سر مقاومت R_3 با یک سیم به هم وصل شده است؛ بنابراین، دو سر آن اتصال کوتاه شده و مطابق شکل روبه‌رو از مدار حذف می‌شود؛ به این ترتیب، فقط مقاومت‌های موازی

R_1 و R_2 در مدار هستند و مقاومت معادل آنها برابر است با:



$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = \frac{2}{6\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = \frac{3}{6\Omega} \Rightarrow R_{eq} = \frac{6\Omega}{3} = 2\Omega$$

۶۰ الف) وقتی لغزنده رتوستا به طرف راست منتقل می‌شود، بخش بیشتری از سیم پیچیده شده دور استوانه، درون مدار قرار می‌گیرد و مقاومت مدار افزایش می‌یابد.

با توجه به رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ ، افزایش R سبب کاهش جریان می‌شود؛ در نتیجه عدد نشان داده شده توسط آمپرسنج نیز کم می‌شود.

به کمک رابطه $V = \varepsilon - rI$ ، می‌توان نتیجه گرفت که کاهش جریان سبب افزایش عدد ولت‌سنج می‌شود. (صفحه ۴۷ کتاب درسی)

ب) در اتصال موازی، می‌دانیم $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ است و هر چقدر تعداد مقاومت‌ها بیشتر شود، تعداد جملات بیشتری جمع می‌شوند و $\frac{1}{R_{eq}}$ افزایش می‌یابد که سبب کاهش R_{eq} خواهد شد. (صفحه ۵۸ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف) عدد آمپرسنج کاهش می‌یابد. (نمره ۰٫۲۵) - عدد ولت‌سنج افزایش می‌یابد. (نمره ۰٫۲۵)

ب) کاهش می‌یابد. (نمره ۰٫۲۵)

۶۱

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{1,5} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{2}{3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{R_3} \rightarrow \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} \rightarrow R_3 = 6\Omega$$

(صفحه ۷۳ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ (نمره ۰٫۲۵)} \rightarrow \frac{1}{1,5} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{R_3} \rightarrow R_3 = 6\Omega \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$$

۶۲ این دو مقاومت به صورت موازی به باتری متصل شده‌اند. بنابراین داریم:

$$\frac{I_1}{I_r} = \frac{R_M}{R_N}$$

$$R = \rho \frac{L}{A} \Rightarrow \frac{R_M}{R_N} = \frac{L_M}{L_N} \times \left(\frac{d_N}{d_M}\right)^2 = 2 \times (2)^2 = 8$$

$$\frac{I_1}{I_r} = \frac{R_M}{R_N} = 8$$

(صفحه ۴۵ و ۵۷ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$\frac{I_1}{I_r} = \frac{R_M}{R_N} \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$$

$$\frac{R_M}{R_N} = \frac{L_M}{L_N} \times \left(\frac{d_N}{d_M}\right)^2 \text{ (نمره ۰٫۲۵)} \Rightarrow \frac{R_M}{R_N} = 2 \times (2)^2 = 8 \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$$

$$\frac{I_1}{I_r} = \frac{R_M}{R_N} = 8 \text{ (نمره ۰٫۲۵)}$$

۶۳

ب) متوالی (سری) (صفحه ۵۶ کتاب درسی)

د) فیوز (صفحه ۵۹ کتاب درسی)

الف) اهم‌تر (صفحه ۵۵ کتاب درسی)

ج) خیلی ناچیز (صفحه ۵۷ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

ج) خیلی ناچیز (به پاسخ 'صفر' نیز نمره تعلق می‌گیرد.)

د) فیوز

ب) متوالی (سری)

الف) اهم‌تر

(هر مورد ۰٫۲۵ نمره)

۶۴

الف

۳ - هر دو کلید هم‌زمان بسته باشند.

ب

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{900} + \frac{1}{450} \quad R_{min} = R_{eq} = 300 \Omega$$

$$P_{max} = \frac{V^2}{R_{min}} \quad P_{max} = \frac{48400}{300} = 161.3 W$$

$$R' = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2, \quad R_{eq} = 2 + 4 = 6 \Omega$$

$$I(4\Omega) = I_{eq} \rightarrow I_{eq} = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{12}{6} = 2 A$$

$$P = I^2 R \rightarrow P = 4 \times (2)^2 = 16$$

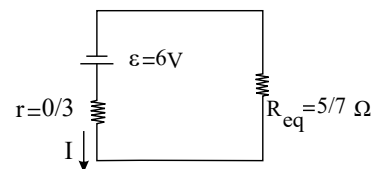
$$\frac{1}{R_{r\phi}} = \frac{1}{R_r} + \frac{1}{R_\phi} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} \Rightarrow R_{r\phi} = 4 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{r\phi\phi}} = \frac{1}{R_r} + \frac{1}{R_{r\phi}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} \Rightarrow R_{r\phi\phi} = \frac{24}{10} = 2.4 \Omega$$

$$R_{eq} = R_1 + R_{r\phi\phi} = 3.3 + 2.4 = 5.7 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{6}{5.7 + 0.3} = 1 A$$

۶۶ ابتدا مقاومت معادل مدار را بدست می آوریم:



چون R_1 یا مولد سری است جریان $I = 1 A$ از R_1 هم می گذرد.

$$V_{\text{دوسر مولد}} = \varepsilon - rI = 6 - 0.3 \times 1 = 5.7 V$$

۶۷ الف) مقاومت های R_1, R_2, R_3 با هم موازیند یعنی ولتاژ دو سر R_ϕ با ولتاژ دو سر R_2 و R_3 برابر است:

$$V_{R_\phi} = R_\phi I_\phi = 3 \times 0.5 = 1.5 V$$

$$V_{R_2} = 1.5 V \Rightarrow V_{R_2} = R_2 I_2 \Rightarrow 1.5 = 6 I_2 \Rightarrow I_2 = 0.25 A$$

$$V_{R_3} = 1.5 V \Rightarrow V_{R_3} = R_3 I_3 \Rightarrow 1.5 = 2 I_3 \Rightarrow I_3 = 0.75 A$$

بر اساس قانون جریان گره، جریان عبوری از مقاومت R_1 برابر با مجموع جریان های عبوری از R_2, R_3, R_ϕ :

$$I_1 = I_2 + I_3 + I_\phi \Rightarrow I_1 = 0.75 + 0.25 + 0.5 = 1.5 A$$

ب) طبق داده مسأله:

$$rI_1 = 1.5 V \Rightarrow r_1 \times 1.5 = 1.5 \Rightarrow r_1 = 1 \Omega$$

ضمناً ولتاژ دو سر A و B برابر است با اختلاف پتانسیل دو سر R_2, R_3, R_ϕ :

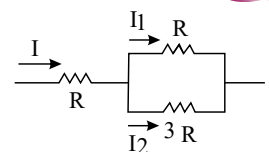
$$V_{AB} = V_{R_\phi} = 1.5 V$$

با چرخش از نقطه B به A در جهت جریان I_1 :

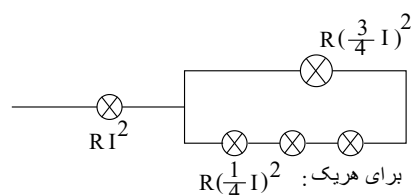
$$V_B - xI_1 - rI + \varepsilon - R_1 I_1 = V_A \Rightarrow \varepsilon - I_1 (x + r + R_1) = V_A - V_B$$

$$12 - 1.5(x + 1 + 4) = 1.5 \Rightarrow 1.5(5 + x) = 10.5 \Rightarrow 5 + x = 7 \Rightarrow x = 2 \Omega$$

۶۸ با استفاده از روش تقسیم جریان، I_1 و I_2 را محاسبه می کنیم.



پس توان مصرفی هر یک از مجموعه ها:



بنابراین بیشترین توان مصرفی متعلق به همان لامپ اول است یعنی $RI^2 = 80 W$

پس:



$$R\left(\frac{3}{4}I\right)^2 = \frac{9}{16}RI^2 = \frac{9}{16} \times 80 = 45W$$

$$R\left(\frac{1}{4}I\right)^2 = \frac{1}{16}RI^2 = \frac{1}{16} \times 80 = 5W$$

$$P_{\text{کل}} = 80 + 45 + (5 + 5 + 5) = 140W$$

پس توان کل:

۶۹. ابتدا مقاومت لامپ‌ها را حساب می‌کنیم:

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(220)^2}{100} = 484\Omega$$

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، ۱۱۰ ولت است.

$$P_r = \frac{V^2}{R} = \frac{(110)^2}{484} = 25W$$

۷۰. گام اول: شکل سوال را به دقت ببینید. اگر کلید A را ببندیم، مقاومت R_A و اگر کلید B را ببندیم، مقاومت R_B و اگر هر دو کلید را ببندیم، هر دو مقاومت به ولتاژ ۲۲۰V وصل می‌شوند؛ پس، وقتی هر دو کلید بسته است، توان مصرفی لامپ، بیشینه خواهد شد:

$$P_{max} = P_A + P_B = 50W \quad (1)$$

گام دوم: طبق رابطه $P_n = \frac{V_n^2}{R}$ ، P_n و R با هم رابطه عکس دارند؛ پس، کمترین توان متعلق به بزرگ‌ترین مقاومت (یعنی R_A) است:

$$P_{min} = P_A = 10W \quad (2)$$

از رابطه‌های (۱) و (۲) نتیجه می‌گیریم:

$$P_B = P_{max} - P_A = 50 - 10 = 40W$$

گام سوم: باید نسبت $\frac{R_A}{R_B}$ را حساب کنیم:

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{P_B}{P_A} = \frac{40}{10} = 4$$

۷۱

الف

ابتدا جریان عبوری از مقاومت R_2 را به دست می‌آوریم:

$$P_r = R_r I_r^2 \rightarrow 96 = 6 I_r^2 \rightarrow I_r = 4A$$

با توجه به موازی بودن R_2 و R_3 ، جریان عبوری از R_3 و سپس جریان کل مدار را به دست می‌آوریم:

$$\frac{I_r}{I_r} = \frac{R_r}{R_r} \rightarrow \frac{I_r}{4} = \frac{6}{12} \rightarrow I_r = 2A \rightarrow I_{eq} = 2 + 4 = 6A$$

اختلاف پتانسیل دو سر مولد با اختلاف پتانسیل دو سر مجموعه مقاومت‌ها یکسان است.

$$R_{r3} = 4\Omega \quad R_{eq} = 2 + 4 = 6\Omega$$

$$V = IR = 6 \times 6 = 36$$

ب

لامپ (۱) اتصال کوتاه و خاموش می‌شود.

۷۲

الف) مقاومت‌های (۲) و (۳) با هم موازی و معادل آنها با (۱) سری است:

$$R_{eq} = R_1 + (R_2 \parallel R_3)$$

$$R_{eq} = 3 + \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 3 + 4 \rightarrow R_{eq} = 7\Omega$$

ب) ابتدا جریان عبوری از شاخه اصلی مدار را محاسبه می‌کنیم:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{12}{7 + 1} = 1.5A$$

حال جریان را بین دو مقاومت موازی توزیع می‌کنیم:

$$R_2 I_2 = R_3 I_3 \rightarrow 6 I_2 = 12 I_3 \rightarrow I_2 = 2 I_3 \xrightarrow{I_2 + I_3 = 1.5A} I_2 = 1A, \quad I_3 = 0.5A$$

(صفحه ۷۲ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف)

$$R_{2,3} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 4\Omega \quad (نمره ۰.۲۵) \rightarrow R_{eq} = 4 + 3 = 7\Omega \quad (نمره ۰.۲۵)$$

ب)

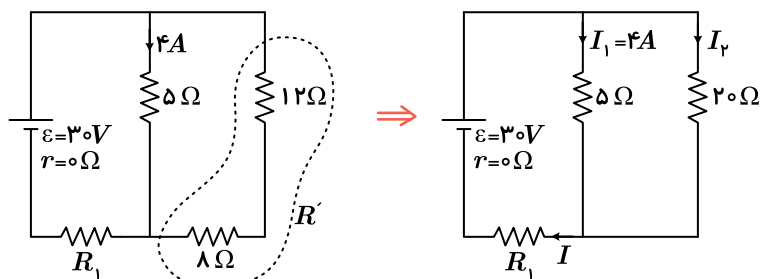
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow I = \frac{12}{5 + 1} = 1.5A \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$I_r + 0.5I_r = 1.5 \rightarrow I_r = 1A \text{ (نمره ۲۵)}$$

۷۳ برای اینکه توان مصرفی در R_1 را به دست بیاوریم، باید R_1 و جریان عبوری از آن را داشته باشیم که هیچ‌کدام را نداریم. به همین خاطر اول به سراغ به دست آوردن این دو مقدار می‌رویم.

مقاومت‌های ۱۲ و ۸ اهمی با هم متوالی‌اند؛ پس، به جای آنها مقاومت معادلشان را قرار می‌دهیم:

$$R' = 12\Omega + 8\Omega = 20\Omega$$



حالا جریان عبوری از مقاومت ۲۰ اهمی را به دست می‌آوریم:

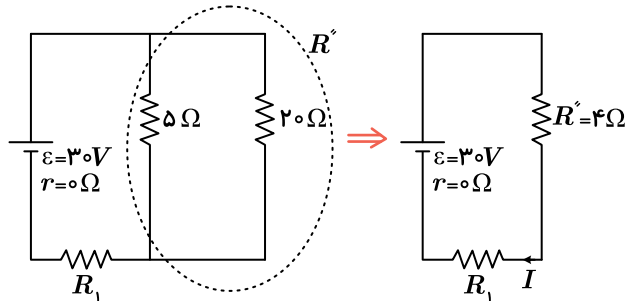
$$\frac{20\Omega}{5\Omega} = \frac{I_1}{I_r} \Rightarrow 4 = \frac{4A}{I_r} \Rightarrow I_r = 1A$$

حالا جریان کل عبوری از مدار را به دست می‌آوریم که همان جریان عبوری از R_1 است:

$$I = I_1 + I_r = 4A + 1A = 5A$$

برای به دست آوردن مقدار R_1 ، از مقدار جریان عبوری از مدار تک‌حلقه یعنی $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ کمک می‌گیریم. ε ، I و r را داریم، R_{eq} به دست می‌آید. با محاسبه R_{eq} به راحتی R_1 به دست می‌آید؛ چون، طبق شکل زیر R_1 با مجموعه مقاومت‌های ۲۰ و ۵ اهمی متوالی است. مقاومت‌های ۲۰ و ۵ اهمی با هم موازی هستند و معادل آنها 4Ω است:

$$R'' = \frac{20 \times 5}{20 + 5} = 4\Omega$$



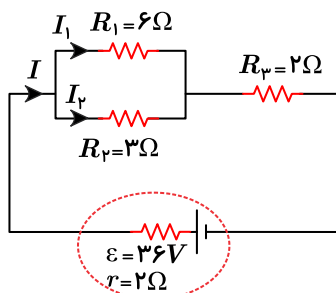
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 5A = \frac{30V}{(4\Omega + R_1) + 0} \Rightarrow 4\Omega + R_1 = 6\Omega \Rightarrow R_1 = 2\Omega$$

حالا می‌توانیم توان مصرفی R_1 را به دست آوریم:

$$P_1 = R_1 I^2 \Rightarrow P_1 = (2\Omega)(5A)^2 = 2 \times 25 = 50W$$

۷۴

ابتدا شکل مناسبی از مدار را رسم می‌کنیم:





$$R_{eq} = (R_1 \parallel R_2) + R_3 = \frac{6 \times 3}{6 + 3} + 2 = 4 \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{36}{4 + 2} = 6 A$$

$$R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow 6 I_1 = 3 I_2 \rightarrow I_2 = 2 I_1 \xrightarrow{I_1 + I_2 = 6 A} I_1 = 2 A, I_2 = 4 A$$

$$P_1 = R_1 I_1^2 = 6 \times 2^2 \rightarrow P_1 = 24 W$$

(صفحه ۶۷ و ۷۳ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$R_{2,3} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Omega \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow R_{eq} = 2 + 2 = 4 \Omega \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow I = \frac{36}{4 + 2} = 6 A \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$I_2 + 2 I_2 = 6 A \rightarrow I_2 = 2 A \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$P = R I^2 \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow P = 6 \times 2^2 = 24 W \text{ (نمره ۲۵)}$$

۷۵ با کاهش مقاومت R_1 ، مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد؛ زیرا:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = r$$

بنابراین با توجه به این که جریان مدار برابر است با $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}}$ ، جریان افزایش می‌یابد. با افزایش جریان، مقدار V_2 افزایش می‌یابد:

$$I \uparrow \Rightarrow V_2 = R_2 I \Rightarrow V_2 \uparrow$$

اما با افزایش جریان، ولتاژ دو سر مولد کاهش می‌یابد؛ چون:

$$V = \varepsilon - I r \Rightarrow I \uparrow \Rightarrow I r \uparrow \Rightarrow (\varepsilon - I r) \downarrow \Rightarrow V \downarrow$$

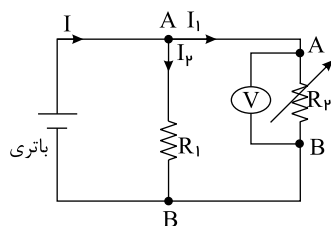
از طرفی می‌دانیم:

$$V = V_1 + V_2 \Rightarrow V_1 = V - V_2$$

چون V_2 افزایش یافته و V کاهش یافته است، $V - V_2$ که همان V_1 است، کاهش می‌یابد.

۷۶ 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 چطور 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.

۷۷ گام اول: اختلاف پتانسیل دو سر باتری با اختلاف پتانسیل هریک از مقاومت‌های R_1 و R_2 برابر است.



گام دوم: با افزایش R_{eq} ، R_2 هم افزایش می‌یابد پس I کل کاهش می‌یابد. اما عدد ولت‌سنج تغییری نکرده است از این موضوع نتیجه می‌گیریم:

$$V_{\text{ولت‌سنج}} = \varepsilon - r I \downarrow \rightarrow r = 0$$

گام سوم:

$$P = V \cdot I = \varepsilon I - r I^2 = \varepsilon I \downarrow \Rightarrow P \downarrow$$

۷۸ با بستن کلید K ، چون مقاومت R_1 به صورت 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.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \xrightarrow{R_{eq} \downarrow} I \uparrow \xrightarrow{V = \varepsilon - r I} V \downarrow$$

۷۹ با بستن کلید K ، مقاومت R_3 با مقاومت معادل $R_{1,2}$ به صورت موازی قرار می‌گیرد؛ بنابراین مقاومت معادل کاهش پیدا می‌کند.

طبق رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$ ، کاهش مقاومت معادل سبب افزایش جریان کل مدار می‌شود.

با توجه به رابطه $V = \varepsilon - r I$ ، افزایش جریان باعث کاهش اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_3 و مقاومت معادل $R_{1,2}$ می‌شود.

در نتیجه طبق رابطه $V = R_{1,2} I$ ، با کاهش V ، جریان یا همان عدد آمپرسنج نیز کاهش می‌یابد.

(صفحه ۶۴ کتاب درسی)

$$R_{eq} \downarrow \text{ (نمره ۲۵) } \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \text{ (نمره ۲۵) } \rightarrow I \uparrow \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$V = \varepsilon - rI \text{ (نمره ۲۵) } \Rightarrow V \downarrow \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$V = R_{1,2} I_{\text{آمپرسنج}} \text{ (نمره ۲۵) } \Rightarrow I_{\text{آمپرسنج}} \downarrow \text{ (نمره ۲۵)}$$

۸۰ اگر دو مقاومت ۲۰ اهمی موازی قرار گیرند مقاومت معادل برابر $R = \frac{20}{2} = 10$ 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:

$$R_{T1} = 20 \Rightarrow R_{T2} = 10 \Rightarrow R_T \downarrow$$

$$\uparrow I_T = \frac{\varepsilon}{\downarrow R_T + r} \text{ عدد آمپرسنج افزایش}$$

$$\downarrow V = \varepsilon - rI_T \uparrow \text{ عدد ولتسنج کاهش}$$



مشاوره کنکور نوتروفیل

بیستوفیل فیزیک (تجربی) فصل

۳ یازدهم

سال یازدهم

تجربی

فهرست

فصل سوم : مغناطیس و القای الکترومغناطیسی

- مغناطیس و قطب های مغناطیسی - میدان مغناطیسی - میدان مغناطیسی زمین - میدان مغناطیسی
یکنواخت
- ۲..... نیروی مغناطیسی وارد بر ذره ی باردار متحرک در میدان مغناطیسی
- ۳..... نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان
- ۴..... میدان مغناطیسی اطراف سیم راست حامل جریان
- ۵..... میدان ناشی از حلقه و سیملوله
- ۷..... ویژگی های مغناطیسی مواد
- ۷..... القای الکترومغناطیس
- ۱۳..... القاگرها - خود القاوری - انرژی ذخیره شده در القاگر
- ۱۳..... جریان متناوب - مبدل ها

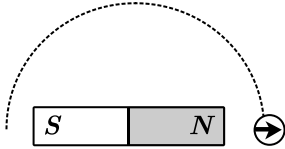


فصل سوم : مغناطیس و القای

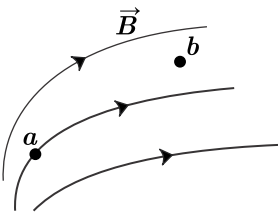


مغناطیس و قطب های مغناطیسی - میدان مغناطیسی - میدان مغناطیسی زمین - میدان مغناطیسی یکنواخت

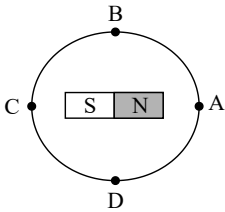
۱ در شکل روبه‌رو یک آهنربای میله‌ای روی سطح افقی قرار دارد. روی مسیری دایره‌ای شکل دور آهنربا، یک عقربه مغناطیسی را به آرامی حرکت می‌دهیم. پس از نیم دور حرکت، عقربه مغناطیسی چند درجه می‌چرخد؟



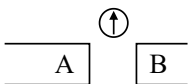
۲ خطوط میدان مغناطیسی مطابق شکل زیر رسم شده است. بردار میدان مغناطیسی را در نقاط a و b رسم کنید.



۳ 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؟



۴ با توجه به نحوه قرارگیری عقربه مغناطیسی در شکل مقابل، قطب‌های A و B را تعیین کنید.

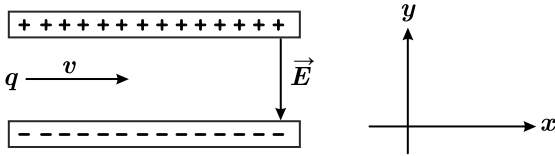


۵ یک آهن‌ربای میله‌ای روی سطح افقی میز و یک قطب‌نما در مقابل آن قرار دارد. آهن‌ربا را مطابق شکل مقابل، حول مرکز آن به‌طور افقی به اندازه ۹۰ درجه در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخانیم، جهت قطب‌نما چند درجه و به کدام سمت خواهد چرخید؟



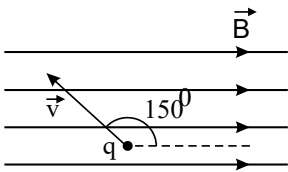
نیروی مغناطیسی وارد بر ذره ی باردار متحرک در میدان مغناطیسی

۶ ذره‌ای با بار منفی و جرم ناچیز با تندی $3 \times 10^3 \frac{m}{s}$ در امتداد محور x وارد فضای می‌شود، که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی وجود دارد. اگر اندازه میدان الکتریکی $450 \frac{N}{C}$ باشد، اندازه و جهت میدان مغناطیسی را چنان تعیین کنید که ذره در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد.

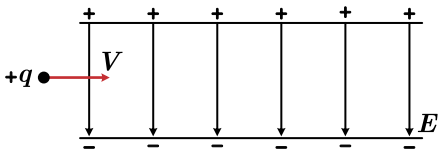


۷ الکترونی با سرعت $3 \times 10^6 \frac{m}{s}$ در جهت شمال وارد ناحیه‌ای با میدان مغناطیسی یکنواخت $5 \times 10^{-3} T$ و به‌سوی بالا می‌شود. اندازه و جهت نیروی وارد بر الکترون را بیابید.

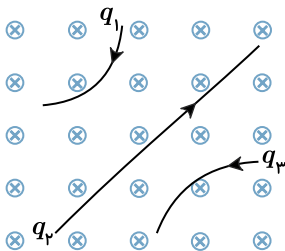
۸ بار $q = 4 \mu C$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $B = 40 G$ مطابق شکل پرتاب شده است. اگر نیروی وارد شده به بار الکتریکی $1.6 \times 10^{-4} N$ باشد، تندی آن و جهت نیروی وارد شده بر آن را به دست آورید.



۹ ذره باردار مثبتی با جرم ناچیز با سرعت $250 \frac{m}{s}$ در امتداد محور x وارد فضای می‌شود که میدان‌های یکنواخت الکتریکی و مغناطیسی وجود دارد. اندازه میدان الکتریکی برابر $250 \frac{N}{C}$ است. اندازه و جهت میدان مغناطیسی را طوری تعیین کنید که ذره در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد؟



۱۰ سه ذره هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون‌سو، مسیرهایی مطابق شکل می‌پیمایند. نوع بار هر ذره را مشخص کنید.

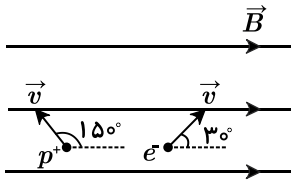


۱۱ یک ذره باردار با سرعت $10^1 \frac{m}{s}$ در یک دستگاه شتاب‌دهنده، عمود بر میدان مغناطیسی $2 T$ در حال حرکت است. اگر نیروی وارد بر آن برابر $5.12 \times 10^{-7} N$ باشد، این ذره باردار از چند α تشکیل شده است؟
(α هسته اتم هلیم (He^{2+}) و $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ است.)

۱۲ دو ذره باردار با بارهای $q_1 < 0$ و $q_2 = -2q_1$ با سرعت یکسان به‌طور عمود وارد یک میدان مغناطیسی می‌شوند و بر اثر نیروی مغناطیسی، شتاب می‌گیرند. نسبت $\frac{a_1}{a_2}$ چقدر است؟ (جرم ذره‌های باردار با هم برابر است.)

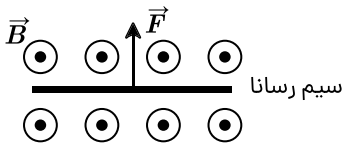


۱۳ در شکل زیر، یک الکترون و یک پروتون با تندیهای $300 \frac{km}{s}$ و $600 \frac{km}{s}$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت پرتاب می‌شوند. نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون، چند برابر نیروی مغناطیسی وارد بر پروتون است؟



نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

۱۴ مطابق شکل روبه‌رو، سیم رسانایی به طول $1.2m$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت برون‌سویی به اندازه $5T$ قرار گرفته است. اگر اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر $1.8N$ باشد، جریان عبوری از سیم چند آمپر و در چه جهتی است؟

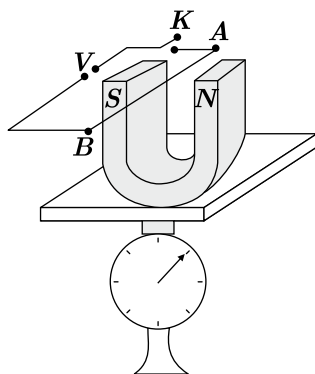


۱۵ سیمی به طول $0.8m$ و جرم $24g$ حامل جریان $6A$ که جهت آن از غرب به شرق است درون میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. اندازه و جهت میدان مغناطیسی را طوری تعیین کنید که سیم به حالت معلق بماند. ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)

۱۶ سیم حامل جریانی در میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم صفر است. علت آن را توضیح دهید.

۱۷ آزمایشی 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 آزمایش می‌توانید از ترازوی دیجیتال (رقمی) با دقت $0.1g$ استفاده کنید.

۱۸ در شکل زیر وقتی کلید K بسته باشد، از سیم جریان 20 آمپر می‌گذرد و ترازو عدد 8 نیوتون را نشان می‌دهد. اگر جرم آهنربا $1kg$ و طول سیم $10cm$ باشد:



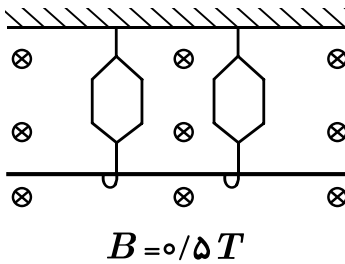
الف) اندازه میدان مغناطیسی چند تسلا است؟
ب) جهت جریان در سیم چگونه است؟

۱۹ یک سیم حامل جریان 2 آمپر با سه نیروسنج فنری در راستای غرب - شرق آویزان شده و در میدان مغناطیسی زمین به اندازه $5mT$ قرار دارد.

الف) نیروی مغناطیسی وارد بر 2 متر از این سیم را حساب کنید.

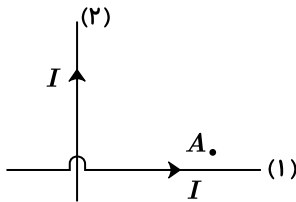
ب) اگر بخواهیم نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی باید از سیم عبور کند؟ (جرم هر متر از این سیم 6 میلی‌گرم و $g = 10 \frac{N}{kg}$ است.)

۲۰ در شکل زیر، هر یک از نیروسنج‌ها $۰.۴N$ را نشان می‌دهند و سیم در حال تعادل قرار دارد. اگر جرم سیم $۷۰g$ و طول آن $۲۰cm$ باشد، اندازه و جهت جریان الکتریکی عبوری از سیم را به دست آورید. ($g = ۱۰ \frac{N}{kg}$)



میدان مغناطیسی اطراف سیم راست حامل جریان

۲۱ دو سیم حامل جریان‌های مساوی مطابق شکل زیر بر محورهای مختصات منطبق‌اند. جهت میدان مغناطیسی خالص را در نقطه A تعیین کنید.

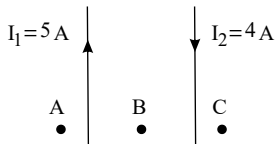


۲۲ درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه‌های «درست» یا «نادرست» مشخص کنید.

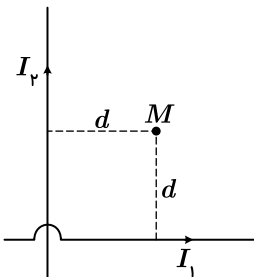
الف دو سیم موازی با جریان‌های همسو، یکدیگر را دفع می‌کنند.

۲۳ از دو سیم بلند و موازی که به فاصله $۸۰cm$ از هم قرار دارند جریان‌های هم‌جهت می‌گذرد. جهت نیرویی که بر هریک از سیم‌ها وارد می‌شود چگونه است؟

۲۴ در شکل مقابل جهت میدان مغناطیسی را در نقاط A و B مشخص کنید و درمورد جهت میدان در نقطه C بحث کنید.



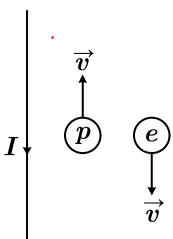
۲۵ فاصله نقطه M از دو سیم عمود بر هم در شکل مقابل به یک اندازه است. اگر $I_2 < I_1$ باشد، میدان مغناطیسی در نقطه M در کدام جهت است؟



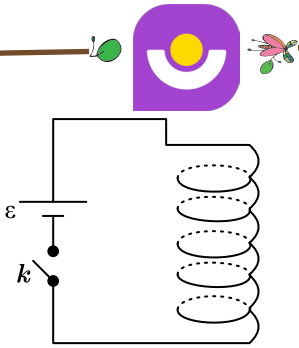
۲۶ در شکل مقابل، یک پروتون و یک الکترون با تندی برابر در جهت‌های نشان داده‌شده در حرکت‌اند.

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.



۲۷ با وصل کردن کلید در شکل مقابل، چه تغییری در طول فنر اتفاق می‌افتد؟ چرا؟



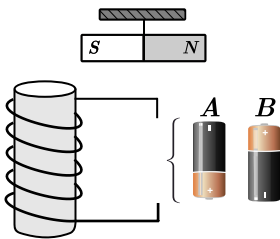
میدان ناشی از حلقه و سیملوله

۲۸ در جمله‌های زیر، عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون متحرک داخل سیملوله و در امتداد محور آن، (صفر - بیشینه) است.

ب تنها وقتی انرژی وارد القاگر آرمانی می‌شود که جریان در آن، (افزایش - کاهش) یابد.

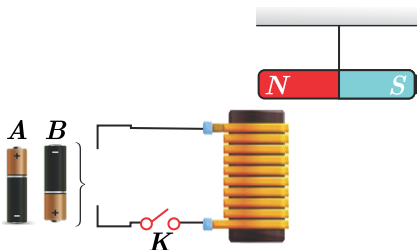
۲۹ یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل روبه‌رو بالای سیملوله‌ای آویزان شده است. (سیملوله دور یک قوطی مقوایی پیچیده شده است).



کدام باتری را در مدار قرار دهیم تا آهنربای میله‌ای به طرف آن جذب شود؟ چرا؟

۳۰ یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل روبه‌رو بالای سیملوله‌ای آویزان است. با ذکر دلیل تعیین کنید کدام باتری را در مدار قرار دهیم تا پس از

بستن کلید K قطب N آهنربا جذب سیملوله شود؟



۳۱ ذره‌ای با بار الکتریکی $4\mu C$ با تندی $10^4 \frac{m}{s}$ تحت زاویه 30° درجه نسبت به محور سیملوله‌ای به طول $0.2m$ ، و تعداد 500 حلقه و

حامل جریان $2A$ وارد سیملوله می‌شود. اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتون است؟ $(\sin 30^\circ = \frac{1}{2}, \mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$

۳۲ عبارت درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف تراکم خطوط میدان مغناطیسی در (داخل - خارج) سیملوله بیشتر است.

ب قبل از انتقال توان الکتریکی از نیروگاه از مبدل‌هایی استفاده می‌شود که تعداد دورهای پیچه ثانویه (کمتر - بیشتر) از تعداد دورهای پیچه اولیه است.

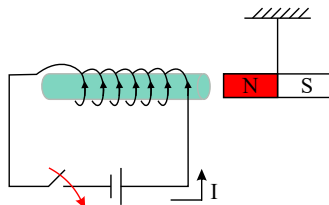
۳۳ از یک سیملوله آرمانی به طول $12cm$ جریان $800mA$ عبور می‌کند. اگر بزرگی میدان مغناطیسی روی محور سیملوله و دور از لبه‌های آن $40G$ باشد.

الف تعداد حلقه‌های سیملوله را تعیین کنید. $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$

ب) با توجه به ثابت بودن جریان، دو راهکار برای افزایش بزرگی مغناطیسی درون سیملوله پیشنهاد دهید.

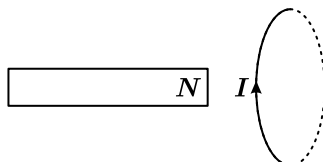


۳۴ در شکل مقابل با بستن کلید وضعیت آهنربا چه تغییری می‌کند. (فرض کنید مدار ثابت باشد).

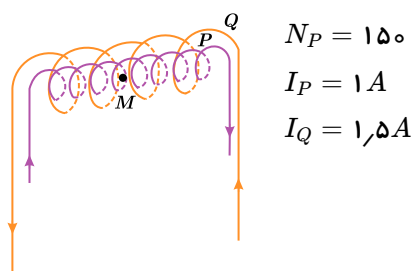


۳۵ از سیملوله‌ای شامل ۲۰۰ حلقه و طول ۶ cm جریان ۳ A می‌گذرد. بزرگی میدان مغناطیسی را در محور سیملوله محاسبه کنید. (بر حسب گوس) $(\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$

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

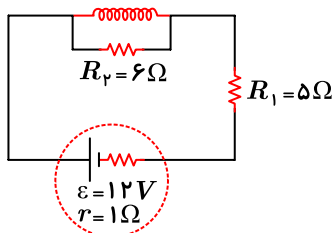


۳۷ در شکل مقابل، تعداد حلقه‌های سیملوله Q چقدر باشد تا میدان برایند حاصل از سیملوله‌های هم‌محور و هم‌طول P و Q در نقطه M برابر صفر شود؟

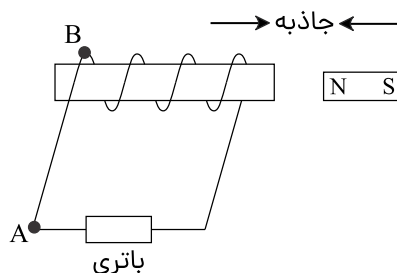


۳۸ در مدار شکل زیر، مقاومت سیملوله ناچیز است. اگر طول سیملوله ۱۰ cm و تعداد دورهای آن ۵۰۰ تا باشد، بزرگی میدان مغناطیسی روی محور اصلی آن چند گوس است؟

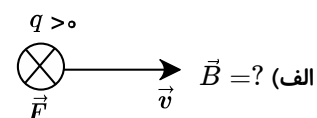
$$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}, \pi = 3)$$



۳۹ در هر شکل، جهت کمیت خواسته‌شده را مشخص کنید.



(ب) جهت جریان؟





ویژگی های مغناطیسی مواد

۴۰ درستی یا نادرستی جمله های زیر را با واژه «درست» یا «نادرست» مشخص کنید.

الف اتم های موادی نظیر پلاتین و آلومینیم به طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی هستند.

ب در مولدهای صنعتی پیچها ساکن اند و آهنربای الکتریکی در آنها می چرخد.

۴۱ گزینه درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

الف ماده کانی تشکیل دهنده سنگ آهنربای طبیعی، $(Fe_3O_4 - Fe_2O_3)$ است.

ب در القای مغناطیسی، همواره (جاذبه - دافعه) وجود دارد.

ج اتم های مواد (پارامغناطیسی - دیامغناطیسی) خاصیت مغناطیسی دارند، اما دوقطبی های مغناطیسی وابسته به آنها به طور کاتوره ای سمت گیری کرده اند.

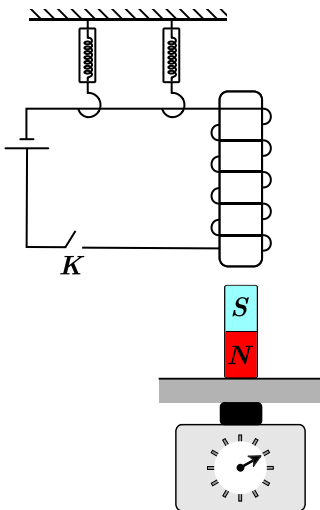
د در مواد فرومغناطیسی (نرم - سخت)، حجم حوزه های مغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی، به سهولت تغییر می کند.

۴۲ شکل زیر اسباب یک آزمایش را نشان می دهد. یک مدار الکتریکی که در آن یک سیملوله با هسته آهنی قرار دارد، از دو نیروسنج آویزان شده است. آهنربای میله ای روی یک ترازوی فنری قرار گرفته است. کلید K را وصل می کنیم؛

الف عددی که ترازو نشان می دهد چه تغییری می کند؟ چرا؟

ب عدد نیروسنجها چه تغییری می کند؟

ج هسته داخل سیملوله از کدام دسته مواد مغناطیسی است؟



القای الکترومغناطیس

۴۳ طول سیملوله ای 20 cm و تعداد دورهای آن 200 حلقه است. اگر سطح مقطع سیملوله 15 cm^2 و جریان عبوری از آن 5 A باشد، شار

مغناطیسی گذرنده از داخل سیملوله چقدر است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}, \pi \simeq 3)$

۴۴ حلقه ای در یک میدان مغناطیسی طوری قرار گرفته که نصف شار بیشینه از آن عبور می کند. زاویه بین خط عمود بر حلقه با راستای میدان مغناطیسی (θ) چند درجه است؟

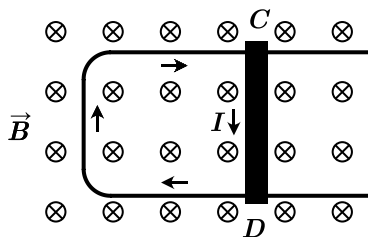
۴۵ سیمی به طول 40 cm را به شکل مربع درآورده و آن را داخل یک سیملوله بزرگ تر و عمود بر خط میدان مغناطیسی قرار می دهیم. در هر

متر از طول سیملوله 1000 حلقه وجود دارد و جریان 2 A از آن می گذرد. شار گذرنده از مربع چند وبر است؟ $(\mu_0 \simeq 12 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A})$

۴۶ در جدول زیر برای هر گزاره از ستون اول گزینه مناسب از ستون دوم را انتخاب کنید (دو مورد در ستون دوم اضافی است).

ستون اول	ستون دوم
الف) جذب شدن واشرهای آهنی توسط آهنربا	(۱) فرومغناطیسی سخت
ب) ماده مناسب برای ساختن آهنربای دائمی	(۲) وبر
ج) یکای آهنگ تغییر شار مغناطیسی	(۳) القای الکترومغناطیسی
د) سامانه تنظیم حد تندی خودرو	(۴) فرومغناطیسی نرم
	(۵) ولت
	(۶) القای مغناطیسی

۴۷ شکل روبه‌رو رسانای U شکلی را درون میدان مغناطیسی یکنواخت درون‌سویی به اندازه $۰.۱۵T$ نشان می‌دهد.



الف) میله فلزی CD به کدام طرف حرکت کند تا جهت جریان القایی در مدار ساعتگرد شود؟

ب) اگر طول میله CD برابر $۰.۲۵m$ و بزرگی نیروی محرکه متوسط القایی در مدار $۷۵V$ باشد، تندی حرکت میله چند متر بر ثانیه است؟

۴۸ پیچه‌ای با مقاومت الکتریکی ۵۰Ω شامل ۱۰۰ دور سیم رسانا که مساحت هر حلقه آن $۲۵cm^2$ است به طور عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. میدان مغناطیسی با چه آهنگی تغییر کند، تا جریان $۲mA$ در آن القا شود؟

۴۹ با توجه به کلمات داده شده جملات زیر را کامل کنید. (دو مورد اضافه است)

دیود - القای الکتریکی - پتانسیومتر - القای الکترومغناطیسی - مقاومت نوری - القای مغناطیسی

الف) اساس رنگ‌پاشی اتومبیل مبتنی بر است.

ب) تندی سنج دوچرخه براساس کار می‌کند.

پ) در ساخت دزدگیرها از استفاده می‌شود.

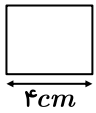
ت) جذب شدن میخ آهنی به آهنربا به دلیل اتفاق می‌افتد.

۵۰ هریک از عبارات‌های ستون سمت راست به کدام یک از عبارات‌های ستون سمت چپ مرتبط است؟

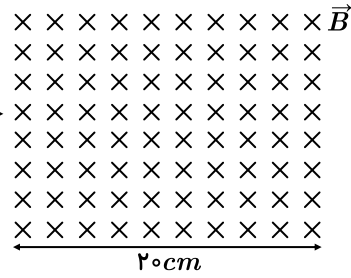
الف) در ساختن آهنربای الکتریکی از آن استفاده می‌شود.	(۱) پارامغناطیس
ب) اتم‌های این مواد به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند.	(۲) دیامغناطیس
پ) تندی سنج دوچرخه براساس این پدیده فیزیکی کار می‌کند.	(۳) القای الکترومغناطیسی
ت) با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است.	(۴) نیروی محرکه الکتریکی
	(۵) فرومغناطیس

۵۱ سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد که اندازه آن $۰.۰۴۰T$ و جهت آن از راست به چپ است. میدان مغناطیسی در مدت $۰.۰۱۰s$ تغییر می‌کند و به $۰.۰۴۰T$ در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر سطح هر حلقه پیچه $۵۰cm^2$ باشد، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه را حساب کنید.

۵۲



$\vec{v}$



قاب فلزی مستطیل‌شکلی به ابعاد $4\text{ cm} \times 3\text{ cm}$ مطابق شکل روبه‌رو با تندی ثابت $4\frac{m}{s}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواخت 0.1 T شده و از طرف دیگر آن خارج می‌شود.

الف

نمودار شار گذرنده از حلقه را رسم کنید.

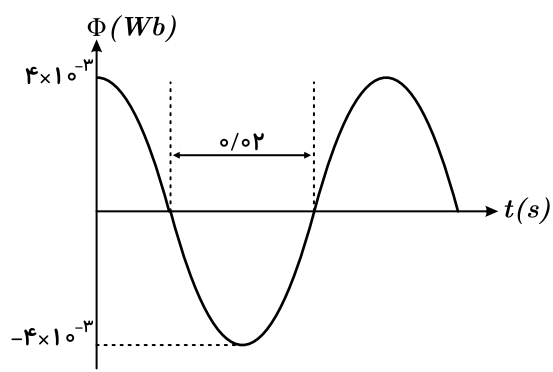
ب

نمودار نیروی محرکه القاشده در آن را برحسب زمان رسم کنید.

۵۳

پیچه‌ای دارای ۲۰۰ حلقه و مقاومت الکتریکی 2π اهم است. اگر نمودار شار برحسب زمان در هر یک از حلقه‌های این پیچه مطابق شکل باشد، جریان القایی در این

پیچه در لحظه $t = \frac{1}{10}\text{ s}$ چند آمپر است؟

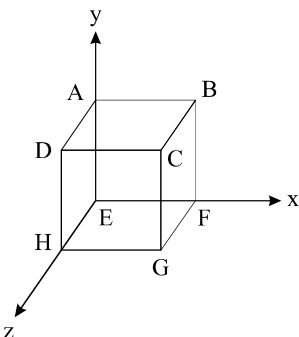


۵۴

سیملوله‌ای به طول 100 cm از 100 حلقه نزدیک به هم تشکیل شده است. اگر شعاع سطح مقطع این سیملوله 5 cm باشد و در مدت 4 s جریان عبوری از سیملوله 8 A افزایش پیدا کند تغییر شار عبوری از سیملوله چند وبر است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$, SI , $\pi^2 \simeq 10$)

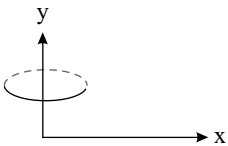
۵۵

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؟



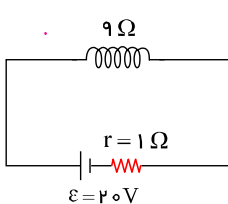
۵۶

اگر حلقه‌ای به مساحت 50 cm^2 را عمود بر محور y قرار دهیم و میدان مغناطیسی $\vec{B} = 400\vec{i} + 1000\vec{j}$ برحسب گاوس از حلقه عبور دهیم. شار مغناطیسی عبوری از حلقه چند میکرو وبر است؟



۵۷

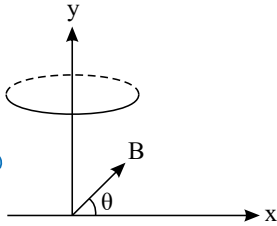
در شکل مقابل، سیملوله‌ای با مقاومت 9Ω دارای 2000 دور در واحد طول است. اگر مساحت هر حلقه آن 10 cm^2 باشد شار عبوری از



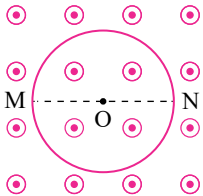
هر حلقه چند میکروبر است؟ ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$, $\pi = 3$)



۵۸* 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 وبر است؟ (شعاع حلقه 1 m است)



۵۹* حلقه‌ای دایره‌ای شکل به مساحت 20 سانتی‌متر مربع مطابق شکل است. میدان مغناطیسی برون‌سو به اندازه 3 تسلا از آن عبور می‌کند. اگر حلقه را حول قطر MN به اندازه 180° بچرخانیم، شار عبوری از آن چند میلی‌وبر تغییر می‌کند؟



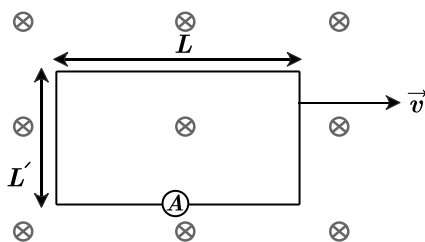
۶۰* سطح حلقه‌های پیچ‌های که دارای N دور و مساحت هر حلقه آن 20 cm^2 است، بر میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 2 T عمود است. اگر میدان مغناطیسی در مدت 20 ms به 4 T و در خلاف جهت اولیه برسد، نیروی محرکه القایی متوسط به بزرگی 12 ولت در پیچ‌ها القا می‌شود. تعداد حلقه‌های پیچ (N) را به دست آورید.

۶۱* حلقه‌ای به مساحت 40 cm^2 عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 2 T قرار دارد. اگر در مدت 5 ms بدون تغییر در بزرگی میدان مغناطیسی، جهت میدان معکوس شود، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه را به دست آورید.

۶۲* پیچ‌های شامل 200 دور حلقه که مساحت هر حلقه 5 cm^2 است، در فضای بین دو قطب یک آهنربا عمود بر خطوط میدان مغناطیسی قرار دارد. اگر اندازه میدان مغناطیسی آهنربا در مدت 120 میلی‌ثانیه از 28 T به 8 T و در خلاف جهت اولیه برسد، بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در پیچ‌ها چند ولت است؟

۶۳* گزینه درست را انتخاب کنید.

الف) حلقه رسانای مستطیل‌شکلی را مطابق شکل از میدان مغناطیسی خارج می‌کنیم. تغییر کدامیک از عوامل زیر باعث تغییر عدد گالوانومتر نمی‌شود؟



(۲) اندازه سرعت حرکت

(۱) اندازه میدان مغناطیسی

(۴) اندازه L'

(۳) اندازه L

ب) قانون بیان می‌کند گرمای تولیدشده توسط جریان I عبوری از یک مقاومت R در مدت زمان t برابر با RI^2t است.

(۱) ژول (۲) پایداری انرژی (۳) پایداری جریانی الکتریکی (۴) لنز

۶۴* از سیمی به طول 1 m ، قابی رسانا به شکل مربع ساخته‌ایم که عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 40 mT قرار دارد. اگر قاب در مدت 10 میلی‌ثانیه بچرخد و موازی خط‌های میدان قرار بگیرد، بزرگی نیروی محرکه القایی درون آن چند ولت است؟

۶۵* جاهای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید. (دو کلمه اضافه است).

بردار - نرده‌ای - فرومغناطیس نرم - دیامغناطیس - جریان القایی - القای الکتریکی

الف) از مواد برای ساخت آهنربای الکتریکی استفاده می‌شود.

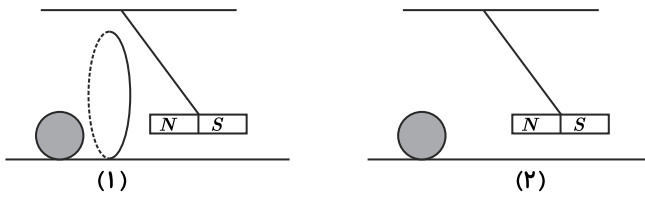
ب) مس و نقره در دسته مواد است.

ج) شار مغناطیسی یک کمیت است.

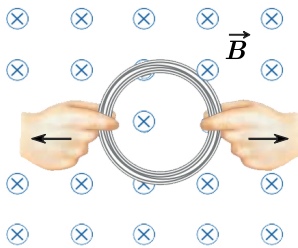
د) سامانه تنظیم حد تندی خودرو براساس کار می‌کند.



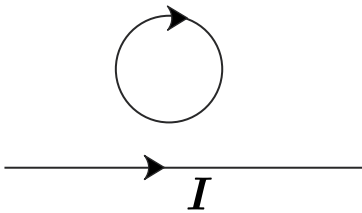
۶۶ در شکل (۱) آهنربا از درون حلقه عبور کرده و به توپ ساکنی برخورد می‌کند. در شکل (۲) آهنربا بدون حضور حلقه به توپ برخورد می‌کند، توضیح دهید در کدام شکل تندی حرکت توپ بیشتر است؟



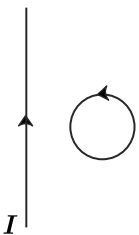
۶۷ در شکل پیچه در یک میدان مغناطیسی درون‌سو قرار دارد. آن را از دو طرف می‌کشیم، جریان القایی در پیچه ساعتگرد است یا پادساعتگرد؟



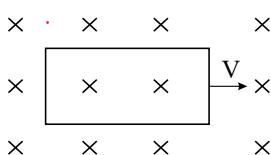
۶۸ در شکل با توجه به جهت جریان القایی در حلقه تعیین کنید حلقه در حال نزدیک شدن به سیم است، یا دور شدن از آن؟



۶۹ حلقهٔ رسانایی در نزدیکی یک سیم دراز حامل جریان ثابت، در حرکت است. با توجه به جهت جریان القایی در حلقه، جهت حرکت آن را با ذکر دلیل تعیین کنید.

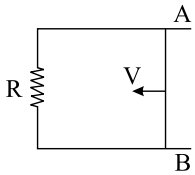


۷۰ مطابق شکل، پیچه‌ای به شکل مستطیل به مساحت 400 cm^2 در سطح افقی در میدان مغناطیسی درون‌سویی در حال حرکت با سرعت ثابت است و در مدت 2 s تمام پیچه از میدان خارج می‌شود. اگر تعداد حلقه‌های پیچه ۱۰۰ دور و مقاومت آن 5Ω و جریان القایی ایجادشده در آن 2 A باشد:

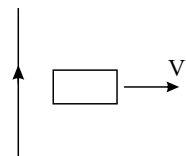
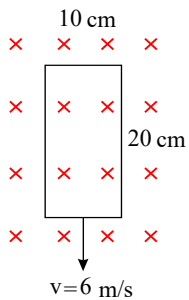


الف) بزرگی میدان مغناطیسی چقدر است؟
ب) جهت جریان القایی در پیچه چگونه است؟

۷۱ مطابق شکل مقابل میله فلزی AB با سیم‌های رابط و مقاومت R مدار بسته‌ای را تشکیل می‌دهند. میله AB با سرعت $4 \frac{m}{s}$ در جهت نشان داده شده حرکت می‌کند. اگر میدان مغناطیسی یکنواخت برون‌سو با اندازه $0.5T$ در صفحه برقرار باشد، اندازه و جهت جریان القایی در مدار را تعیین کنید (مقاومت کل مدار 6Ω و $AB = 30cm$)

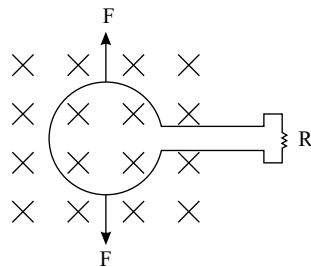


۷۲ سیم‌پیچ مستطیلی که در شکل مقابل است 60 دور دارد و مقاومت آن 2Ω است. اگر آن را با سرعت $6 \frac{m}{s}$ به طرف پایین و بیرون میدان مغناطیسی درون‌سو بکشیم جریان $2A$ در آن برقرار می‌شود.
الف) اندازه میدان مغناطیسی چقدر است؟
ب) جهت جریان القایی را مشخص کنید.

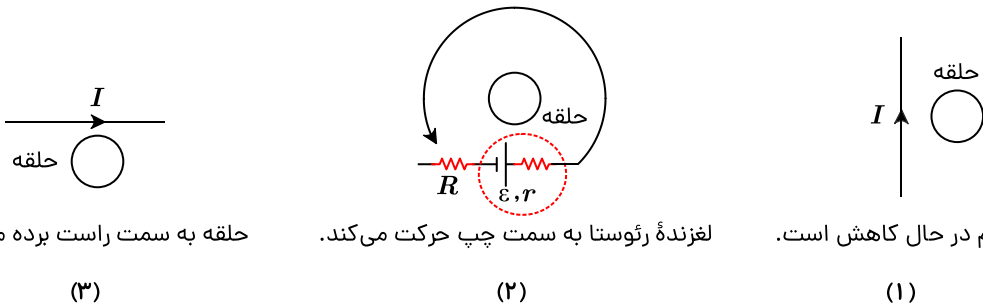


۷۳ در شکل زیر، جهت جریان القایی در پیچۀ رسانا را با ذکر دلیل مشخص کنید.

۷۴ ده حلقه قابل انعطاف به قطر $10cm$ را که عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت $1200G$ قرار دارند از دو طرف می‌کشیم تا در مدت $0.1\pi(s)$ سطح آن به صفر برسد. در صورتی که در مجموع مقاومت حلقه‌ها و R برابر با 10Ω باشد، جریان القایی متوسط چند میلی‌آمپر و در چه جهتی است؟



۷۵ در شکل‌های زیر با توجه به توضیحات داده شده، جهت جریان القایی را در حلقه رسانا مشخص کنید.



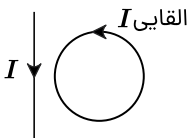
جریان سیم در حال کاهش است. لفظندۀ رتوستا به سمت چپ حرکت می‌کند. حلقه به سمت راست برده می‌شود.

(۳)

(۲)

(۱)

۷۶ اگر جهت جریان القایی در حلقه رسانا، پادساعتگرد باشد، جریان در سیم در حال افزایش است یا کاهش؟ چرا؟





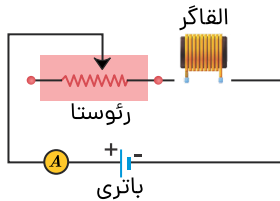
۷۷ جهت جریان القایی را در حلقهٔ رسانای زیر تعیین کنید.

جریان در حال افزایش



۷۸ القاگرها - خود القاوری - انرژی ذخیره شده در القاگر

مداری شامل یک القاگر آرمانی در شکل روبه‌رو داده شده است. اگر مقاومت رئوستا را کاهش دهیم هریک از کمیت‌های زیر چگونه تغییر می‌کند؟



الف ضریب القاوری

ب انرژی ذخیره‌شده در القاگر

۷۹ سیم‌لوله‌ای با ضریب القاوری $10^{-2} H$ دارای مقاومت 10Ω است. اگر این سیم‌لوله به یک باتری با نیرو محرکه $7.2V$ و مقاومت درونی 2Ω وصل شود پس از آن که جریان در سیم‌لوله از صفر به مقدار نهایی خود رسید چند ژول انرژی در سیم‌لوله ذخیره می‌شود؟

۸۰ 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 پیچه است.

۸۱ جریانی با رابطه $I = t^2 - 8$ از القاگری به ضریب القاوری $100 mH$ می‌گذرد. در چه لحظه‌ای انرژی القاگر برابر $3.2 J$ است؟

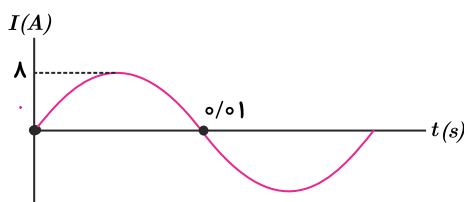
جریان متناوب - مبدل‌ها

۸۲ معادلهٔ جریان - زمان یک مولد جریان متناوب برحسب یکاهای SI به صورت $I = 5 \sin 100\pi t$ است.

الف جریان در لحظهٔ $\frac{1}{60} s$ چند آمپر است؟ $(\sin \frac{\pi}{6} = \frac{1}{2})$

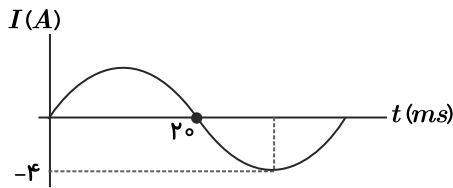
ب دورهٔ تناوب جریان را به دست آورید و نمودار جریان - زمان آن را در یک دورهٔ کامل رسم کنید.

۸۳ نمودار جریان متناوب سینوسی ایجادشده در یک پیچه برحسب زمان مطابق شکل زیر است. معادلهٔ جریان را بر زمان بنویسید.





۸۴ شکل روبه‌رو نمودار جریان سینوسی را نشان می‌دهد که یک مولد جریان متناوب تولید کرده است. معادله جریان را برحسب زمان بنویسید.



۸۵ جریان متناوبی با بیشینه $5A$ و دوره تناوب $0.1s$ از مداری می‌گذرد. اگر مقاومت الکتریکی مدار 15Ω اهم باشد در لحظه $t = \frac{1}{1200}s$ نیرو محرکه متناوب چقدر است؟

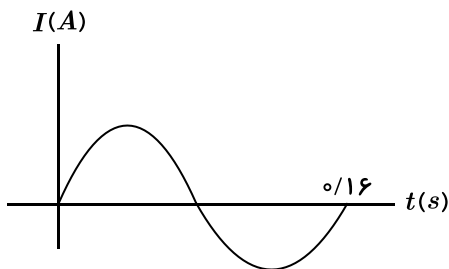
۸۶ یک مولد جریان متناوب به دو سر یک مقاومت متصل است. در لحظه‌ای که شار مغناطیسی گذرنده از سیم‌پیچ نصف مقدار حداکثر شار است جریان گذرنده از مقاومت چه کسری از مقدار حداکثر خود را دارد؟

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

۸۸ جریان متناوبی که بیشینه آن $5A$ و دوره آن $0.04s$ است، از یک رسانای 10Ω اهمی می‌گذرد: الف) در چه لحظه‌ای شدت جریان بیشینه خواهد بود؟

ب) در این لحظه نیروی محرکه القایی چقدر است؟

۸۹ نمودار جریان متناوب - زمان تولیدی یک مولد برق متناوب، مطابق شکل است. این جریان متناوب از یک لامپ 10Ω می‌گذرد و حداکثر توان مصرفی لامپ برابر $250W$ است. معادله جریان - زمان این مولد را بنویسید.



۹۰ جریان متناوبی که بیشینه آن $2A$ و دوره آن $0.02s$ است، از یک رسانای 10Ω اهمی می‌گذرد.

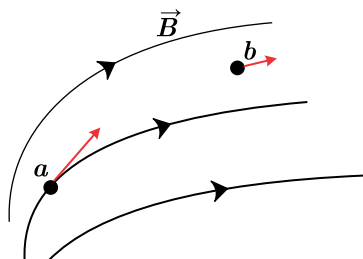
الف) در لحظه $t = 0.01s$ نیروی محرکه القایی چند ولت است؟



پاسخنامه تشریحی

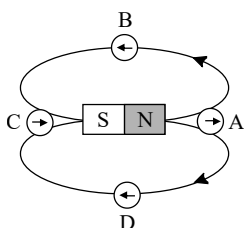
۱. ۳۶۰ درجه

۲.



۳.

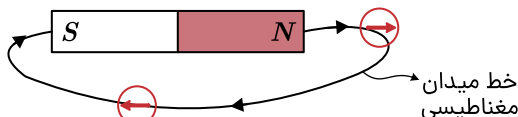
عقربه مغناطیسی در نقاط A و B و C و D مطابق شکل مقابل قرار خواهد گرفت زیرا جهت خطوط میدان مغناطیسی همواره از قطب N به S است.



بنابراین از A به B، $180^\circ = 72^\circ$ درجه چرخش داریم. از C تا B 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.

۴. 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.

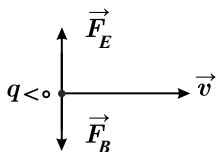
۵. با توجه به شکل، عقربه مغناطیسی 180° درجه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخد.



۶. برای اینکه ذره بدون انحراف به مسیر خود ادامه دهد، باید نیروهای الکتریکی و مغناطیسی وارد بر آن با هم برابر باشند:

$$F_E = F_B \rightarrow E|q| = |q|vB \sin \alpha \rightarrow 450 = 3 \times 10^3 \times B \times 1 \rightarrow B = 0.15 T$$

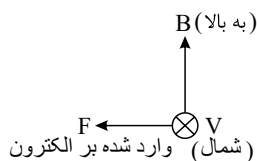
با توجه به شکل، جهت نیروی مغناطیسی رو به پایین است. بنابراین طبق قانون دست راست، جهت میدان مغناطیسی درون سو است.



۷.

$$F = qvB \sin \theta = 1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^4 \times 0.5 \times 10^{-3} \times \sin 90^\circ = 2.4 \times 10^{-14} N$$

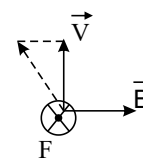
براساس قانون دست راست نیروی وارد شده به بار مثبت در چنین میدانی به سمت راست خواهد بود؛ بنابراین نیروی وارد بر الکترون مذکور، به سمت چپ می‌باشد.



۸.

$$|F| = |qvB \sin \alpha| \Rightarrow 1.6 \times 10^{-14} = |(4 \times 10^{-6})(v)(400 \times 10^{-4}) \times \sin(150^\circ)|$$

$$1.6 \times 10^{-14} = 1.6 \times 10^{-7} \times \frac{1}{v} \Rightarrow v = 2 \times 10^3 \frac{m}{s}$$



در چنین مواردی مؤلفه‌ای از سرعت که عمود بر میدان مغناطیسی است مورد بررسی قرار می‌گیرد تا پیدا کردن جهت بردار $\vec{F}$ راحت‌تر باشد.

۹ از آنجایی که جرم ذره ناچیز است، نیروهای الکتریکی و مغناطیسی باید یکدیگر را خنثی کنند. با توجه به قانون دست راست و جهت نیروی مغناطیسی، جهت میدان مغناطیسی درون سو است.

$$F_E = F_M \rightarrow Eq = qvB \sin 90^\circ \rightarrow E = vB \rightarrow B = \frac{250}{2500} = 0.1 T$$

۱۰ طبق قانون دست راست، چهار انگشت دست راست را در حالت باز در جهت v قرار می‌دهیم، به طوری که B از کف دست خارج شود؛ در این حالت، انگشت شست باز جهت F را نشان می‌دهد. در شکل داده‌شده، برای ذره (۳) این قاعده برقرار است؛ پس ذره (۳) مثبت است.

به ذره (۲) نیرویی وارد نشده و منحرف نشده است؛ پس این ذره خنثی است.

جهت نیروی وارد بر ذره (۱) برعکس قاعده دست راست است؛ پس ذره (۱) منفی است.

(صفحه ۱۰۵ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

q_1 منفی (۲۵، نمره)، q_2 خنثی (۲۵، نمره)، q_3 مثبت (۲۵، نمره)

۱۱ ابتدا به کمک رابطه نیروی وارد بر ذره باردار در میدان مغناطیسی، اندازه بار این ذره را حساب می‌کنیم:

$$F = |q|vB \sin \theta$$

$$5.12 \times 10^{-7} = |q| \times 4 \times 10^1 \times 20 \times 1 \rightarrow |q| = 6.4 \times 10^{-19} C$$

بار هر ذره α برابر $1.6 \times 10^{-19} C$ است؛ بنابراین تعداد ذرات α این ذره باردار را حساب می‌کنیم:

$$\text{تعداد ذرات } \alpha = \frac{6.4 \times 10^{-19}}{2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 2$$

(صفحه ۸۹ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$F = |q|vB \sin \theta \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$5.12 \times 10^{-7} = |q| \times 4 \times 10^1 \times 20 \times 1 \rightarrow |q| = 6.4 \times 10^{-19} C \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\text{تعداد ذرات } \alpha = \frac{6.4 \times 10^{-19}}{2 \times 1.6 \times 10^{-19}} = 2 \text{ (نمره ۲۵)}$$

۱۲

$$|q|vB \sin \alpha = ma \rightarrow \frac{a_1}{a_r} = \frac{|q_1|}{|q_r|}$$

$$\rightarrow \frac{a_1}{a_r} = \left| \frac{q_1}{-2q_1} \right| = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{\vec{a}_1}{\vec{a}_r} = -\frac{1}{2}$$

دقت کنید که چون جهت نیروی وارد بر بار منفی در میدان مغناطیسی برعکس بار مثبت است، جهت نیرو و در نتیجه شتاب دو ذره قرینه هم می‌شود.

(صفحه ۷۱ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$|q|vB \sin \alpha = ma \text{ (نمره ۵)} \rightarrow \frac{a_1}{a_r} = \frac{|q_1|}{|q_r|}$$

$$\rightarrow \frac{a_1}{a_r} = \left| \frac{q_1}{-2q_1} \right| = \frac{1}{2} \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow \frac{\vec{a}_1}{\vec{a}_r} = -\frac{1}{2} \text{ (نمره ۲۵)}$$

۱۳

$$F = |q|vB \sin \theta \Rightarrow \frac{F_e}{F_p} = \frac{|q_e|v_e B \sin 30^\circ}{|q_p|v_p B \sin 150^\circ} \xrightarrow{\sin 30^\circ = \sin 150^\circ} \frac{F_e}{F_p} = \frac{v_e}{v_p} = \frac{300}{600} = \frac{1}{2}$$

(صفحه ۹۰ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$F = |q|vB \sin \theta \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow \frac{F_e}{F_p} = \frac{|q_e|v_e B \sin 30^\circ}{|q_p|v_p B \sin 150^\circ} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\xrightarrow{\sin 30^\circ = \sin 150^\circ} \frac{F_e}{F_p} = \frac{v_e}{v_p} = \frac{300}{600} = \frac{1}{2} \text{ (نمره ۲۵)}$$

۱۴

$$F = BIl \sin \theta \quad 1,8 = 0,5 \times I \times 1,2 \times 1 \quad I = 3A$$

به طرف چپ

۱۵

شمال

$$BIl \sin \theta = mg \Rightarrow B \times 6 \times 0,8 = 24 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow B = 0,5T$$

۱۶ سیم باید در راستای خطوط میدان قرار گرفته باشد. در این شرایط ($\theta = 0^\circ$) یا ($\theta = 180^\circ$) می‌شود و طبق رابطه $F = ILB \sin \theta$ مقدار نیروی مغناطیسی وارد بر سیم صفر خواهد شد.

۱۷ سیمی را در فضای دهانه آهنربای C شکلی بر روی یک ترازوی رقمی قرار داده و نیروی وزن آهنربا را اندازه می‌گیریم. سپس از این سیم جریان معینی را عبور می‌دهیم. تغییر عدد ترازو برابر با نیروی مغناطیسی وارد بر سیم است.

۱۸ الف

عدد ترازو - وزن آهنربا $F = BIl \sin \theta$

$$1 \times 10 - 8 = B \times 20 \times 0,1 \times 1 \rightarrow B = 1T$$

ب) A به B

(صفحه ۹۳ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف

$F = BIl \sin \theta$ (نمره ۲۵), $F =$ وزن آهنربا (نمره ۲۵)

$$1 \times 10 - 8 = B \times 20 \times 0,1 \times 1 \rightarrow B = 1T \text{ (نمره ۲۵)}$$

ب) از A به B (نمره ۲۵)

۱۹ الف

$$F = BIl \sin \theta \rightarrow F = 0,5 \times 10^{-3} \times 2 \times 2 \times 1 = 2 \times 10^{-4} N$$

ب) برای اینکه نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، نیروی مغناطیسی باید نیروی وزن سیم را خنثی کند:

$$F_B = mg \rightarrow 0,5 \times 10^{-3} \times 2 \times I = 2 \times 6 \times 10^{-6} \times 10 \rightarrow I = 1,2A$$

(صفحه ۱۰۱ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف

$$F = BIl \sin \theta \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow F = 0,5 \times 10^{-3} \times 2 \times 2 \times 1 \text{ (نمره ۲۵)}$$

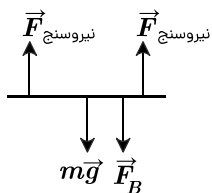
$$F = 2 \times 10^{-4} N \text{ (نمره ۲۵)}$$

ب)

$$F_B = mg \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow 0,5 \times 10^{-3} \times 2 \times I = 2 \times 6 \times 10^{-6} \times 10 \text{ (نمره ۲۵)}$$

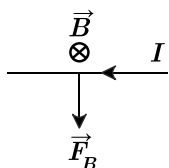
$$\rightarrow I = 1,2A \text{ (نمره ۲۵)}$$

۲۰ نیرویی که دو نیروسنج بر سیم وارد می‌کنند، به سمت بالا و وزن سیم به سمت پایین است؛ بنابراین نیروی مغناطیسی وارد بر سیم باید برابر با اختلاف آنها باشد:



$$BIl \sin \alpha = 2 \times F_{\text{نیروسنج}} - mg$$

$$\rightarrow 0,5 \times I \times 0,2 \times 1 = 2 \times 0,4 - 0,7 \times 10 \rightarrow I = 1A$$



با توجه به قانون دست راست، جهت جریان در سیم به سمت چپ است:

(صفحه ۱۰۱ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

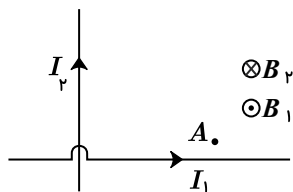
$$BIl \sin \alpha = 2 \times F_{\text{نیروسنج}} - mg \text{ (نمره ۵)}$$

$$\rightarrow 0,5 \times I \times 0,2 \times 1 = 2 \times 0,4 - 0,7 \times 10 \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow I = 1A \text{ (نمره ۲۵)}$$

جهت جریان به سمت چپ (غرب) است. (نمره ۲۵)



۲۱ ابتدا میدان حاصل از هر سیم را مشخص می‌کنیم. چون نقطه A به سیم (۱) نزدیک‌تر است، $B_1 > B_2$ و میدان برآیند برونسو خواهد بود.



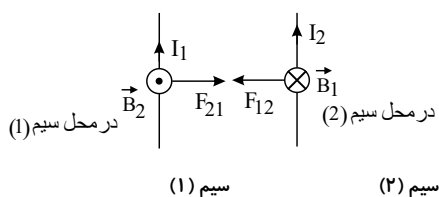
۲۲

الف

نادرست

۲۳ 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: $F_{21} = F_{12} = F$. بنابراین، در چنین حالتی سیم‌ها یکدیگر را جذب می‌کنند.

۲۴ نقطه A : میدان ناشی از I_1 در نقطه A برون‌سو و میدان ناشی از I_2 در A درون‌سو است ولی چون $I_1 > I_2$ و A به I_1 نیز نزدیک‌تر است پس قطعاً $|B_{1A}| < |B_{2A}|$ پس میدان خالص برون‌سو خواهد بود.

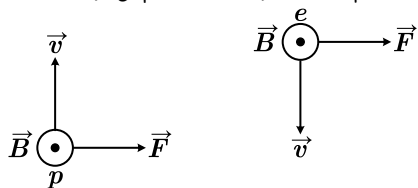
نقطه B : هر دو میدان ناشی از I_1 و I_2 در نقطه B درون‌سو هستند پس میدان خالص در B درون‌سو خواهد بود.

نقطه C : میدان ناشی از I_1 در C درون‌سو و میدان ناشی از I_2 در C برون‌سو است. و باید توجه کرد که اگرچه جریان $I_1 > I_2$ است ولی فاصله C به I_2 کمتر از فاصله نسبت به I_1 است بنابراین ممکن است $B_{1C} < B_{2C}$ شود یا $B_{1C} = B_{2C}$ گردد و یا $B_{1C} > B_{2C}$ شود. پس ممکن است میدان خالص درون‌سو، صفر یا برون‌سو گردد.

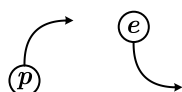
۲۵ بنابر قاعده دست راست، میدان حاصل از I_1 در نقطه M برون‌سو و میدان حاصل از I_2 درون‌سو است. با توجه به فاصله یکسان M از هر دو سیم و از آنجایی که $I_2 < I_1$ ، میدان حاصل از I_1 بزرگ‌تر از میدان حاصل از I_2 است. میدان‌ها در خلاف جهت هم هستند و جهت برآیند را میدان بزرگ‌تر تعیین می‌کند؛ بنابراین، میدان برآیند در نقطه M برون‌سو است.

۲۶ 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، برون‌سو است؛ بنابراین، نیروی وارد بر هر کدام از آنها به صورت روبه‌رو رسم می‌شود.



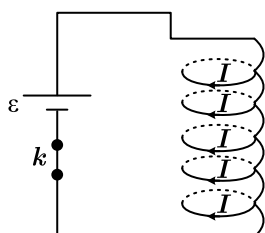
در نتیجه، مسیر تقریبی حرکت آنها چنین است:



۲۷

فتر فشرده شده و طول آن کاهش می‌یابد. با وصل کلید و برقراری جریان الکتریکی در فتر، مطابق شکل روبه‌رو جریانی که از حلقه‌های فتر می‌گذرد، هم‌جهت هستند.

عبور جریان‌های هم‌جهت در سیم‌های موازی باعث ایجاد نیروی جاذبه بین آنها می‌شود. حلقه‌ها یکدیگر را جذب می‌کنند و طول فتر کاهش می‌یابد.



۲۸

الف صفر

ب افزایش

۳۹ - باتری A - چون آهنربا توسط سیملوله جذب شده، قطب S سیملوله در مجاورت قطب N آهنربا قرار می‌گیرد که با توجه به جهت میدان مغناطیسی سیملوله و قاعده دست راست باید باتری A در مدار قرار گیرد.

۳۰ - برای جذب قطب N آهنربا، باید قسمت بالای سیملوله قطب S باشد. با استفاده از قاعده دست راست، جهت جریان روی سیملوله به سمت چپ است؛ در نتیجه باتری B مناسب است. (زیرا جریان از قطب مثبت باتری خارج می‌شود).

۳۱ - ذره باردار در میدان سیملوله قرار می‌گیرد؛ بنابراین ابتدا میدان سیملوله را به دست می‌آوریم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} \Rightarrow B = \frac{12 \times 10^{-7} \times 500 \times 2}{0.2} = 6 \times 10^{-3} T$$

$$F = |q|vB \sin \theta \Rightarrow F = 4 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^4 \times 6 \times 10^{-3} \times 0.5 = 36 \times 10^{-5} N$$

۳۲

الف داخل

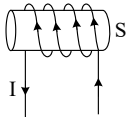
ب بیشتر

۳۳ الف

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} \rightarrow 40 \times 10^{-4} = \frac{12 \times 10^{-7} \times N \times 800 \times 10^{-3}}{12 \times 10^{-2}} \rightarrow N = 500$$

(ب) اضافه کردن هسته آهنی به سیملوله - افزایش تعداد دورهای سیملوله، کاهش طول سیملوله (فشرده کردن حلقه‌های سیملوله)

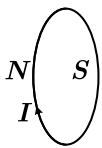
۳۴ - با بسته شدن کلید جهت جریان در حلقه‌های سیملوله رو به بالا خواهد بود و سمت راست سیملوله تبدیل به قطب S و سمت چپ آن قطب N خواهد شد. به این ترتیب آهنربا از سمت N آن به سمت سیملوله کشیده می‌شود و جذب آن می‌شود.



۳۵

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} = \frac{12 \times 10^{-7} \times (200) \times (3)}{6 \times 10^{-2}} \Rightarrow B = 12 \times 10^{-3} T = 120 \times 10^{-4} T = 120 G$$

۳۶ - 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 می‌کنند و نیروی وارد شده به آهنربا به سمت چپ است.



۳۷

چون جهت جریان‌های سیملوله‌ها خلاف یکدیگر است، پس میدان‌های آنها نیز در خلاف جهت یکدیگر خواهد بود و یکدیگر را خنثی می‌کنند. حال داریم:

$$B_P = B_Q \rightarrow \mu_0 \frac{N_P I_P}{l_P} = \mu_0 \frac{N_Q I_Q}{l_Q}$$

$$\frac{l_P = l_Q}{\rightarrow} N_P I_P = N_Q I_Q \rightarrow 150 \times 1 = N_Q \times 1.5 \rightarrow N_Q = 100$$

(صفحه ۱۰۷ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$B_P = B_Q \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow \mu_0 \frac{N_P I_P}{l_P} = \mu_0 \frac{N_Q I_Q}{l_Q} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\rightarrow 150 \times 1 = N_Q \times 1.5 \rightarrow N_Q = 100 \text{ (نمره ۲۵)}$$

۳۸ - چون مقاومت سیملوله ناچیز است و مقاومت R_1 با آن موازی شده است، R_1 اتصال کوتاه می‌شود و از آن جریانی نمی‌گذرد؛ در نتیجه از مدار حذف می‌شود.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} = \frac{12}{5 + 1} \Rightarrow I = 2 A$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} \Rightarrow B = 12 \times 10^{-7} \times \frac{500 \times 2}{0.1}$$

$$\rightarrow B = 12 \times 10^{-3} T \rightarrow B = 120 G$$

(صفحه ۱۰۰ کتاب درسی)



راهنمای تصحیح:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_1 + r} = \frac{12}{5 + 1} \Rightarrow I = 2A \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow B = 12 \times 10^{-7} \times \frac{500 \times 2}{0.1} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\rightarrow B = 12 \times 10^{-3} T \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow B = 120 G \text{ (نمره ۲۵)}$$

۳۹ الف) با توجه به قانون دست راست، میدان به سمت پایین است. (صفحه ۷۱ کتاب درسی)

ب) چون آهنربا سیملوله را جذب می‌کند، سمت راست سیملوله قطب S تشکیل می‌شود؛ بنابراین طبق قانون دست راست، جریان در حلقه‌های سیملوله به سمت بالا (از A به B) است. (صفحه ۸۲ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف) به سمت پایین

ب) از A به B

هر مورد ۲۵ نمره

۴۰

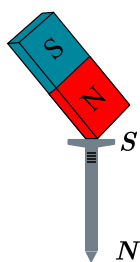
الف) نادرست

ب) درست

۴۱ الف) سنگ آهنربای طبیعی از کانی مگنتیت (Fe_3O_4) تشکیل شده است. (صفحه ۸۴ کتاب درسی)

ب) در القای مغناطیسی، در سری از میخ آهنی که نزدیک یکی از قطب‌های آهنربا است، قطب مخالف با آهنربا تشکیل شده و بین میخ و آهنربا، جاذبه وجود دارد. (صفحه ۸۵ کتاب درسی)

ج) دوقطبی‌های مغناطیسی وابسته به اتم‌های مواد پارامغناطیسی، به‌طور کاتوره‌ای جهت‌گیری کرده‌اند. اما اتم‌های مواد دیامغناطیسی به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی هستند. (صفحه ۱۰۲ کتاب درسی)



د) در مواد فرومغناطیسی نرم، حجم حوزه‌های مغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی، به سهولت تغییر می‌کند. (صفحه ۱۰۳ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

الف) Fe_3O_4 ب) جذب ج) پارامغناطیسی د) نرم

هر مورد ۲۵ نمره

۴۲ الف) کاهش می‌یابد؛ زیرا آهنربای الکتریکی و آهنربای میله‌ای یکدیگر را جذب می‌کنند.

ب) افزایش می‌یابد.

ج) فرومغناطیس نرم

صفحه ۱۰۶ کتاب درسی

راهنمای تصحیح:

الف) کاهش می‌یابد (۲۵ نمره). زیرا آهنربای الکتریکی و آهنربای میله‌ای یکدیگر را جذب می‌کنند (۲۵ نمره).

ب) افزایش می‌یابد (۲۵ نمره).

ج) فرومغناطیس نرم (۵ نمره)

۴۳ شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله همیشه به خاطر وجود میدان مغناطیسی خارجی نیست. میدان مغناطیسی خود سیملوله نیز، در آن شار ایجاد می‌کند؛ بنابراین، ابتدا باید میدان مغناطیسی داخل سیملوله را حساب کنیم و سپس با استفاده از آن، شار را به دست آوریم.

گام اول: محاسبه میدان مغناطیسی داخل سیملوله:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{l} \Rightarrow B = (4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}) \times (\frac{200}{20 \times 10^{-2} m}) \times (5A) = 20\pi \times 10^{-4} T = 20 \times 3 \times 10^{-4} T = 6 \times 10^{-3} T$$

محاسبه شار: خطوط میدان سیملوله بر سطح مقطع آن عمود است؛ بنابراین، $\theta = 0$ و داریم:

$$\Phi = B A \cos \theta \xrightarrow{\theta=0 \Rightarrow \cos \theta=1} \Phi = (6 \times 10^{-3} T) \times (15 \times 10^{-4} m^2) \times 1 = 90 \times 10^{-7} Wb = 9 \times 10^{-6} Wb$$

۴۴ شار بیشینه هنگامی از حلقه عبور می‌کند که زاویه بین خط عمود بر حلقه و خطوط میدان صفر درجه باشد؛ یعنی:

$$\theta = 0 \Rightarrow \cos \theta = 1$$

$$\Phi = B A \cos \theta \Rightarrow \Phi_{max} = BA$$

برای اینکه شار مغناطیسی نصف مقدار بیشینه شود، باید داشته باشیم:

$$\Phi = BA\left(\frac{1}{r}\right) \Rightarrow \cos\theta = \frac{1}{r} \Rightarrow \theta = 60^\circ$$

۴۵ گام اول: میدان مغناطیسی داخل سیملوله را (که شار مغناطیسی را ایجاد می کند) به دست می آوریم:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{\ell}$$

$$\frac{N}{\ell} = 1000 \rightarrow B = (12 \times 10^{-3} \frac{T \cdot m}{A}) \times (1000 \frac{1}{m}) \times (2A) = 24 \times 10^{-3} T$$

گام دوم: وقتی سیم ۴۰ سانتی متری را به شکل مربع درمی آوریم، طول هر ضلع آن ۱۰ cm می شود. مساحت مربع برابر است با:

$$A = (10 \text{ cm}) \times (10 \text{ cm}) = 100 \text{ cm}^2 = 100 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 10^{-2} \text{ m}^2$$

گام سوم: محاسبه شار:

$$\Phi = BA \cos 0^\circ \Rightarrow \Phi = (24 \times 10^{-3} T) \times (10^{-2} \text{ m}^2) \times 1 = 24 \times 10^{-5} \text{ Wb}$$

(د) القای الکترومغناطیسی - ۳

(ج) ولت - ۵

(ب) فرومغناطیسی سخت - ۱

(الف) القای مغناطیسی - ۶

۴۷

الف

به طرف چپ

ب

$$\varepsilon_{av} = -Blv \quad 0.75 = 0.15 \times 0.25 \times v \quad v = 20 \frac{m}{s}$$

۴۸

$$I = \left| -\frac{N \Delta \phi}{R \Delta t} \right| \rightarrow I = \left| -\frac{NA \Delta B}{R \Delta t} \right|$$

$$2 \times 10^{-3} \times 50 = 100 \times 25 \times 10^{-4} \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = 0.4 \frac{T}{s}$$

۴۹ (الف) القای الکتریکی

(ب) القای الکترومغناطیسی

(پ) مقاومت نوری

(ت) القای مغناطیسی

(ت) ۴

(پ) ۳

(ب) ۲

(الف) ۵

۵۱ با استفاده از رابطه نیروی محرکه القایی فاراده داریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{A \cos \alpha \Delta B}{\Delta t} \right|$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -1000 \times \frac{(50 \times 10^{-4})(1)(-0.04 - 0.04)}{0.1} \right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 40 V$$

البته با دید دیگری می توان فرض کرد که میدان مغناطیسی ثابت است و زاویه θ از 0° به 180° تغییر می کند و مسئله را به صورت زیر حل کرد:

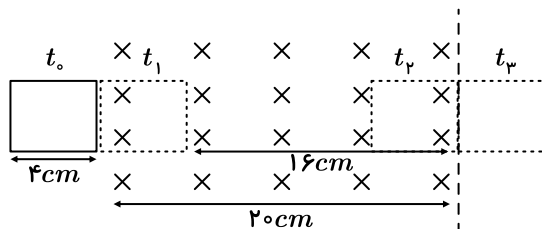
$$|\bar{\varepsilon}| = \left| \frac{-NBA(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)}{\Delta t} \right| = \left| \frac{-1000 \times 0.04 \times 50 \times 10^{-4}(-1 - 1)}{0.1} \right| = 40 V$$

۵۲

الف

نحوه ورود و خروج قاب مستطیلی به میدان مغناطیسی مطابق شکل زیر است. ابتدا زمان های مشخص شده در شکل

را محاسبه می کنیم:



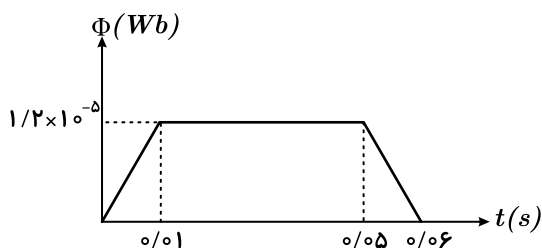
$$\text{در این بازه زمانی، شار از صفر تا مقدار بیشینه زیاد می شود. } 0.1 s = \frac{40 \text{ cm}}{v} = \frac{x(\text{طول قاب})}{v(\text{تندی قاب})} \Rightarrow \text{ورود کامل قاب به میدان (از } t_0 \text{ تا } t_1)$$



شار ثابت و در بیشترین مقدار است. $\frac{16cm}{\frac{4m}{s}} = 0.04s$ (طول باقی‌مانده از میدان) $= \frac{x}{v(\text{تندی قاب})}$ حرکت قاب داخل میدان (از t_1 تا t_2)

شار از مقدار بیشینه تا صفر کاهش می‌یابد. $\frac{4cm}{\frac{4m}{s}} = 0.01s$ (طول قاب) $= \frac{x}{v(\text{تندی قاب})}$ خروج کامل قاب از میدان (از t_2 تا t_3)

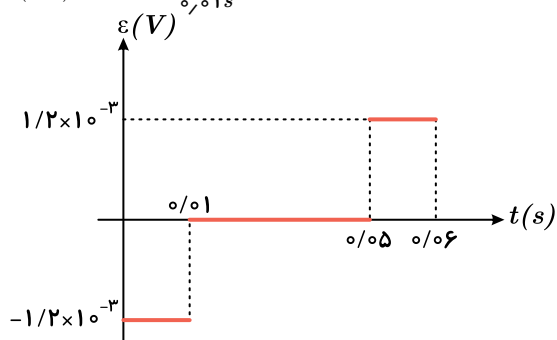
بیشینه $\Phi_m = BA = 0.01T \times (4cm \times 4cm) = 0.01 \times 16 \times 10^{-4} Wb = 1.6 \times 10^{-5} Wb$



$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon}_{(t_1 \text{ تا } t_2)} = \frac{-(1.6 \times 10^{-5} - 0) Wb}{0.01s} = -1.6 \times 10^{-3} V$

$\bar{\varepsilon}_{(t_2 \text{ تا } t_3)} = 0$

$\bar{\varepsilon}_{(t_3 \text{ تا } t_4)} = \frac{-(0 - 1.6 \times 10^{-5}) Wb}{0.01s} = +1.6 \times 10^{-3} V$



گام اول: از روی نمودار می‌توانیم T را حساب کنیم. فاصله دو صفر متوالی روی نمودار، $0.02s$ است؛ بنابراین:

$\frac{T}{2} = 0.02s \Rightarrow T = 0.04s$

گام دوم: معادله نیروی محرکه القایی را به دست می‌آوریم:

$\varepsilon = \varepsilon_m \sin \frac{2\pi}{T} t$

$\varepsilon_m = NAB \left(\frac{2\pi}{T} \right) \xrightarrow{\Phi_m = AB} \varepsilon_m = N\Phi_m \left(\frac{2\pi}{T} \right)$

Φ_m را از روی نمودار می‌خوانیم.

$\Phi_m = 1.6 \times 10^{-5} Wb \Rightarrow \Phi_m = 200 \times 4 \times 10^{-4} \times \left(\frac{2\pi}{0.04} \right) = 40\pi \Rightarrow \varepsilon = 40\pi \sin \frac{2\pi}{0.04} t \Rightarrow \varepsilon = 40\pi \sin 50\pi t$

گام سوم: زمان $t = \frac{1}{50} s$ را در رابطه بالا قرار می‌دهیم تا نیروی محرکه القایی در آن لحظه به دست آید:

$\varepsilon = 40\pi \sin \left(50\pi \times \frac{1}{50} \right) = 40\pi \sin 50\pi = 0$

گام چهارم:

$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0}{2\pi} = 0$

می‌دانیم اگر از سیم‌لوله جریان بگذرد میدان مغناطیسی در آن ایجاد می‌شود.

تغییر جریان در سیم‌لوله موجب تغییر میدان مغناطیسی و تغییر شار می‌شود بنابراین:

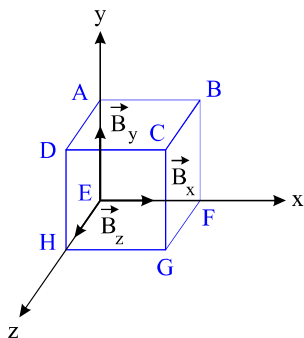
$B = \mu_0 \left(\frac{N}{\ell} \right) I$

$$\Delta B = \mu_0 \left(\frac{N}{\ell} \right) (I_2 - I_1)$$

$$\Delta \Phi = \Delta B \cdot A \cos \alpha \xrightarrow{\alpha=0} \Delta \Phi = \mu_0 \left(\frac{N}{\ell} \right) (I_2 - I_1) \times A = 4\pi \times 10^{-7} \times \left(\frac{100}{100 \times 10^{-3}} \right) \times \pi (5 \times 10^{-2})^2 \times 8$$

$$= 32\pi \times 25 \times 10^{-9} = 8 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

۵۵ 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:

$$\Phi_{CBFG} = B_x A = 6A$$

$$\frac{\Phi_{ABCD}}{\Phi_{CBFG}} = \frac{4A}{6A} = \frac{2}{3}$$

۵۶

وقتی حلقه عمود بر محور y قرار داشته باشد، مطابق شکل فقط مؤلفه قائم میدان مغناطیسی از آن عبور می‌کند و باعث ایجاد شار می‌شود.

$$\phi = BA \cos \theta \Rightarrow \phi = (1000)(10^{-4})(50 \times 10^{-4}) = 5 \times 10^{-4} \text{ Wb} \Rightarrow \phi = 500 \mu \text{ Wb}$$

۵۷ جریان ایجادشده در مدار برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{20}{9 + 1} = 2A$$

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:

$$\Phi = BA \cos 0 = 48 \times 10^{-4} \times 10 \times 10^{-4} \times 1 = 48 \times 10^{-8} \text{ Wb} = 48 \mu \text{ Wb}$$

۵۸ چون سطح حلقه بر محور y عمود است، تنها خط‌های میدان که در جهت $\vec{j}$ هستند از داخل حلقه عبور می‌کنند.

$$\Phi = B_y A = 2 \times \pi \times 1^2 = 2\pi \text{ Wb}$$

۵۹ نیم‌خط عمود بر حلقه ابتدا زاویه 0° با θ_1 می‌سازد، ولی پس از دوران 180° ، زاویه 180° خواهد ساخت:

$$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = BA(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)$$

$$\Rightarrow \Delta \Phi = 3 \times 20 \times 10^{-4} (\cos 180^\circ - \cos 0^\circ)$$

$$= 6 \times 10^{-4} (-1 - 1) = -12 \times 10^{-4}$$

$$|\Delta \Phi| = 12 \text{ mWb}$$

۶۰

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \rightarrow |\varepsilon| = | -NA \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t} | \rightarrow 12 = N \times 20 \times 10^{-4} \times 1 \times \left(\frac{0.4 - 0.2}{20 \times 10^{-3}} \right) \Rightarrow N = 200$$

۶۱



$$\varphi_1 = AB \cos 0^\circ = 40 \times 10^{-4} \times 0.2 \times 10^{-5} = 8 \times 10^{-9} \text{ Wb}$$

$$\varphi_2 = AB \cos 180^\circ = 40 \times 10^{-4} \times 0.2 \times (-1) = -8 \times 10^{-9} \text{ Wb}$$

$$\Delta\varphi = -16 \times 10^{-9} \text{ Wb}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = \left| \frac{-N\Delta\varphi}{\Delta t} \right| = \frac{16 \times 10^{-9}}{5 \times 10^{-3}} = 3.2 \times 10^{-2} \text{ V}$$

۶۲

$$|\varepsilon_{av}| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = \left| -N \frac{\Delta B A \cos \theta}{\Delta t} \right| =$$

$$\left| -200 \times \frac{(-0.08 - 0.28) \times 5 \times 10^{-4}}{120 \times 10^{-3}} \right| \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 0.3 \text{ V}$$

(صفحه ۱۱۴ و ۱۱۵ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$|\varepsilon_{av}| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\Rightarrow |\varepsilon_{av}| = \left| -N \frac{\Delta B A \cos \theta}{\Delta t} \right| = \left| -200 \times \frac{(-0.36) \times 5 \times 10^{-4}}{120 \times 10^{-3}} \right| \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$\Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 0.3 \text{ V} \text{ (نمره ۲۵)}$$

(ب) گزینه ۱، (صفحه ۵۴ کتاب درسی)

۶۳ الف) گزینه ۳، (صفحه ۹۳ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

(ب) گزینه ۱،

الف) گزینه ۳،

(هر مورد ۲۵ نمره)

۶۴

$$\text{ضلع مربع} = 1 \div 4 = 0.25 \text{ m}$$

$$|\varepsilon_{av}| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \xrightarrow{\Phi = BA \cos \theta} |\varepsilon_{av}| = \left| -1 \times \frac{0 - 400 \times (0.25)^2 \times 1}{10} \right| = 2.5 \text{ V}$$

(صفحه ۱۱۱ و ۱۱۳ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$\text{ضلع مربع} = 1 \div 4 = 0.25 \text{ m} \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$|\varepsilon_{av}| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \xrightarrow{\Phi = BA \cos \theta \text{ (نمره ۲۵)}} |\varepsilon_{av}| = \left| -1 \times \frac{0 - 400 \times (0.25)^2 \times 1}{10} \right| \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$|\varepsilon_{av}| = 2.5 \text{ V} \text{ (نمره ۲۵)}$$

۶۵ الف) فرومغناطیس نرم (ب) دیامغناطیس (ج) نرده‌ای (د) جریان القایی

۶۶ بدون حضور حلقه، تندی توپ بیشتر است؛ زیرا طبق قانون لنز، وجود حلقه با حرکت آهنربا مخالفت می‌کند و تندی برخورد آن به توپ را کاهش می‌دهد.

توضیح: با توجه به اینکه در کتاب درسی همواره حلقه رسانا است، پاسخ به صورت بالا خواهد بود. اما اگر با فرض نارسا بودن حلقه، پاسخ را به صورت زیر بنویسید نیز درست است: اگر حلقه نارسا باشد، تندی توپ در دو شکل یکسان است.

۶۷ با کاهش مساحت حلقه، میدان مغناطیسی درون حلقه نیز کاهش می‌یابد؛ بنابراین طبق قانون لنز، میدان القایی درون حلقه با توجه به قانون دست راست، جهت جریان در حلقه ساعتگرد است.

۶۸ میدان مغناطیسی القایی درون حلقه درون حلقه درون حلقه حاصل از سیم است. بنابراین حلقه در حال نزدیک شدن به سیم بوده است.

۶۹ میدان مغناطیسی حاصل از سیم راست، در داخل حلقه، درون حلقه، برون حلقه؛ بنابراین حلقه در حال نزدیک شدن به سیم است، زیرا طبق قانون لنز، میدان القایی با افزایش میدان اصلی مخالفت کرده و در خلاف جهت آن ایجاد شده است.

۷۰

$$\text{الف)} \quad \bar{\varepsilon} = RI = 0.5 \times 2 = 1 \text{ V}$$

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \right| \Rightarrow 1 = \left| -100 \times \frac{\Delta\phi}{0.2} \right| \Rightarrow |\Delta\phi| = \frac{1}{500} \Rightarrow |\Delta\phi| = 2 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$|\Delta\phi| = |B \Delta A \cos \theta| \Rightarrow 2 \times 10^{-3} = 400 \times 10^{-4} \times B \times \cos(0) \Rightarrow B = \frac{2}{40} = 0.05 \text{ T}$$

(ب) چون با خارج شدن حلقه از میدان مغناطیسی شار مغناطیسی کاهش می‌یابد، پس میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی باید درون حلقه باشد تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند بنابراین جهت جریان القایی ساعتگرد خواهد بود.

۷۱ باید توجه کرد که اگر طول میله l باشد مساحت حلقه $l \times \Delta x$ خواهد بود که $\Delta x = v \cdot \Delta t$ است (در واقع Δx طولی است که AB در هر لحظه طی خواهد کرد)

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta(BA \cos \theta)}{\Delta t} \xrightarrow{\theta=0} -B \frac{\Delta A}{\Delta t} = -B \frac{l \cdot v \Delta t}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -Blv$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow |I| = \left| \frac{-B\ell v}{R} \right| = \left| \frac{0.5 \times 0.3 \times 4}{6} \right| = \frac{0.6}{6} = 0.1 A$$

با حرکت میله شار مغناطیسی در حال کاهش است پس جهت میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی طبق قانون لنز باید برون‌سو باشد تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند پس جریان پادساعت‌گرد است و در میله از B به A است.

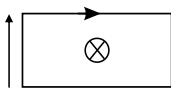
۷۲ ✖ بر اساس مثال کتاب درسی می‌توان برای محاسبه $\mathcal{E}$ در هنگام حرکت حلقه یا سیم با سرعت v در میدان مغناطیسی B از رابطه $\mathcal{E} = -B\ell v$ استفاده کرد و حالا که N حلقه است داریم:

$$|\mathcal{E}| = |-NB\ell v| = |-60 \times B \times 0.1 \times 6| \xRightarrow{\mathcal{E}=RI} RI = 60 \times B \times 0.1 \times 6 \\ \Rightarrow 60 \times B \times 0.1 \times 6 = 2 \times 0.2 \Rightarrow B = \frac{1}{90} T$$

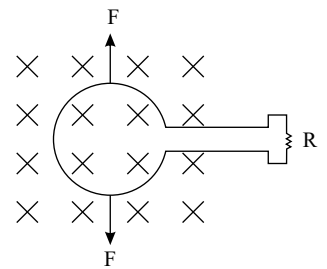
(ب) چون شار مغناطیسی عبوری از سیم‌پیچ در حال کاهش است، پس میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی باید هم‌جهت با میدان اصلی باشد تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند بنابراین جریان القایی باید ساعت‌گرد باشد.

۷۳ ✖

پیچ در حال دور شدن از سیم است، پس در محل پیچ 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 پیچ به صورت ساعت‌گرد خواهد بود تا میدان القایی هم‌جهت با میدان اولیه سیم باشد.



۷۴ ✖ ابتدا مساحت اولیه هر حلقه را به دست می‌آوریم و سپس با استفاده از قانون القای فاراده، نیروی محرکه القایی و در نهایت به کمک قانون اهم، شدت جریان القایی را می‌یابیم.



$$A_1 = \pi r_1^2 = \pi (0.05)^2 = 25\pi \times 10^{-4} m^2$$

$$A_2 = 0$$

$$\frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{0 - 25\pi \times 10^{-4}}{10^{-1}\pi} = -25 \times 10^{-3} \frac{m^2}{s}$$

$$|\mathcal{E}| = \left| -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \right| = \left| -NB \cos \alpha \frac{\Delta A}{\Delta t} \right|$$

$$\Rightarrow |\mathcal{E}| = 10 \times 1200 \times 10^{-4} \cos(0) \times 25 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-2} V$$

$$\bar{I} = \frac{|\mathcal{E}|}{R} = \frac{3 \times 10^{-2}}{10} = 3 \times 10^{-3} A = 3 mA$$

جهت جریان در حلقه ساعت‌گرد خواهد بود تا میدان مغناطیسی که ایجاد می‌کند درون‌سو باشد.

۷۵ ✖ شکل (۱): میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست در داخل حلقه درون‌سو و در حال کاهش است؛ بنابراین جریان القایی در حلقه ساعت‌گرد است که با تولید میدان مغناطیسی درون‌سو، با کاهش شار مخالفت کند.

شکل (۲): با حرکت لغزنده رتوستا به سمت چپ، جریان مدار کاهش می‌یابد. در نتیجه جریان القایی در حلقه همسو با جریان مدار و پادساعت‌گرد خواهد بود، تا با کاهش شار مخالفت کند.

شکل (۳): جریانی در حلقه القا نمی‌شود؛ زیرا فاصله حلقه با سیم راست و در نتیجه شار عبوری از آن تغییر نمی‌کند.

(صفحه ۱۱۸ و ۱۲۹ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

شکل (۱): ساعت‌گرد شکل (۲): پادساعت‌گرد شکل (۳): جریانی القا نمی‌شود.

(هر مورد ۲.۵ نمره)

۷۶ ✖ میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست در داخل حلقه برون‌سو و میدان ناشی از جریان القایی نیز برون‌سو است (یا میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست با میدان ناشی از جریان القایی هم‌جهت است)؛ بنابراین طبق قانون لنز، جریان در سیم راست در حال کاهش است. (صفحه ۹۲ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست در داخل حلقه برون‌سو و میدان ناشی از جریان القایی نیز برون‌سو است (یا میدان مغناطیسی ناشی از سیم راست با میدان ناشی از جریان القایی هم‌جهت است) (۵ نمره)؛ بنابراین طبق قانون لنز (۲.۵ نمره)، جریان در سیم راست در حال کاهش است (۲.۵ نمره).



۷۷ پادساعتگرد

۷۸

الف ثابت (ضریب القاوری به جریان وابسته نیست).

ب انرژی افزایش می‌یابد.

$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

$$R \downarrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow U \uparrow$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{12}{10+2} = \frac{12}{12} = 1A$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} \times 10^{-2} \times (1 \times 10^{-1})^2 = 1.7 \times 10^{-3} J$$

۷۹

۸۰

الف و بر

ب هانری

پ می‌چرخد، ثابت

۸۱ گام اول: از رابطه انرژی القاگر، اندازه جریان را در لحظه موردنظر به دست می‌آوریم:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow 3.7 J = \frac{1}{2} \times (100 \times 10^{-3} H) \times I^2 \Rightarrow I^2 = 64 \Rightarrow I = 8 A$$

گام دوم: جریان به دست آمده را در رابطه $I - t$ می‌گذاریم و t را حساب می‌کنیم:

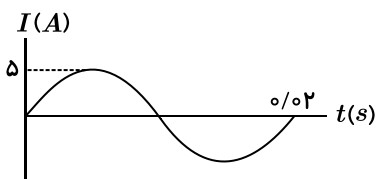
$$I = t^2 - 8 \Rightarrow 8 = t^2 - 8 \Rightarrow t^2 = 16 \Rightarrow t = 4 s$$

۸۲

الف ۲.۵A

ب

$$100\pi = \frac{2\pi}{T} \quad T = 0.02 s$$



۸۳ با توجه به نمودار، ۱ دوره ثانیه برابر با نصف دوره تناوب است:

$$\frac{T}{2} = 0.01 s \Rightarrow T = 0.02 s$$

$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t \xrightarrow{I_{max}=8A} I = 8 \sin 100\pi t$$

۸۴ با توجه به نمودار، ۲ برابر نصف دوره تناوب و $I_{max} = 4 A$ است:

$$\frac{T}{2} = 20 \times 10^{-3} \rightarrow T = 40 \times 10^{-3} s$$

$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t \rightarrow I = 4 \sin \frac{2\pi}{40 \times 10^{-3}} t \rightarrow I = 4 \sin 50\pi t$$

۸۵ ابتدا معادله جریان متناوب را می‌نویسیم و سپس زمان داده شده را در معادله جای گذاری می‌کنیم تا جریان در آن لحظه به دست بیاید. سپس از قانون اهم، نیرو محرکه را به دست می‌آوریم:

$$\frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0.01} = 200\pi \frac{rad}{s}$$

$$I = I_{max} \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow I = 5 \sin 200\pi t$$

$$t = \frac{1}{1200} s \Rightarrow I = 5 \sin \frac{200\pi}{1200} = 5 \sin \frac{\pi}{6} = \frac{5}{2} \Rightarrow I = 2,5A$$

$$\mathcal{E} = RI \Rightarrow \mathcal{E} = 15 \times 2,5 = 37,5V$$

۸۶

$$\phi = \phi_{\max} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}}\phi_{\max} = \phi_{\max} \cos \frac{2\pi}{T}t \Rightarrow \cos \frac{2\pi}{T}t = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \frac{2\pi}{T}t = \frac{\pi}{4}$$

$$I = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T}t \Rightarrow I = I_{\max} \sin \frac{\pi}{4} \Rightarrow \frac{I}{I_{\max}} = \sin \frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

۸۷ ✖ خبر. 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 پایه‌ی 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 ویژگی جریان متناوب یا ac هستند.

۸۸ ✖ الف) گام اول: معادله جریان متناوب را براساس داده‌های مسئله می‌نویسیم:

$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T}t \Rightarrow I = 5 \sin \frac{2\pi}{0,01}t \Rightarrow I = 5 \sin 200\pi t$$

گام دوم: بیشینه جریان هنگامی اتفاق می‌افتد که $\sin \frac{2\pi}{T}t = 1$ باشد.

$$\sin 200\pi t = 1 \Rightarrow 200\pi t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{400} s$$

ب) نیروی محرکه القایی در این لحظه بیشینه است و از رابطه اهم تعیین می‌شود:

$$\mathcal{E}_m = I_m R = (5A) \times (10\Omega) = 50V$$

۸۹ ✖ ابتدا با توجه به بیشینه توان مصرفی، بیشینه جریان را به دست می‌آوریم:

$$P_{\max} = RI_m^2 \rightarrow 250 = 10 I_m^2 \rightarrow I_m = 5A$$

حال معادله جریان متناوب را می‌نویسیم:

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \Rightarrow I = 5 \sin\left(\frac{2\pi}{0,016}t\right) \Rightarrow I = 5 \sin(250\pi t)$$

(صفحه ۱۲۵ کتاب درسی)

راهنمای تصحیح:

$$P_{\max} = RI_m^2 \text{ (نمره ۲۵)} \rightarrow 250 = 10 I_m^2 \rightarrow I_m = 5A \text{ (نمره ۲۵)}$$

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \text{ (نمره ۲۵)} \Rightarrow I = 5 \sin\left(\frac{2\pi}{0,016}t\right) \Rightarrow I = 5 \sin(250\pi t) \text{ (نمره ۲۵)}$$

۹۰

الف

$$I(t = 0,01) = 0,2 \sin(100\pi \times 0,01) = 0$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \rightarrow 0 = \frac{\mathcal{E}}{10} \rightarrow \mathcal{E} = 0V$$