

فیزیک

کنکور ریاضی

(فیزیک یازدهم)

مدرس:

استاد نوید احمدی

یارس ابران

دبیرستان غیردولتی پرانه

www.bpischool.ir

۱۴۰۴-۱۴۰۵

فیزیک یازدہم

نویداحمدی اصل

سال تحصیل ۱۴۰۳-۱۴۰۴

الکتریسیته ساکن و خازن



در این مبحث به چگونگی باردار کردن اجسام، نیروی بین بارهای الکتریکی، انرژی الکتریکی و کاربرد الکتریسیته ساکن در وسایل الکتریکی می‌پردازیم. در قسمت دوم با قطعه‌ای الکترونیکی به نام «خازن» آشنا می‌شویم.

◀ مقدمه

در این قسمت مقدمات الکتریسیته ساکن، شامل بار الکتریکی، روش‌های باردار کردن اجسام و الکتروسکوپ مورد بررسی قرار می‌گیرد. یکی از خواص فیزیکی اجسام، بار الکتریکی می‌باشد که دارای ویژگی‌های زیر است:

- (۱) بار الکتریکی دو نوع است: مثبت و منفی.
- (۲) نیروی بین بارهای همنام، دافعه و بین بارهای ناهمنام جاذبه است.
- (۳) اگر تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های جسم با هم برابر نباشند، جسم را باردار می‌گویند.
- (۴) جسم باردار، می‌تواند جسم خنثی را جذب کند.
- (۵) با توجه به این‌که جدا کردن پروتون بسیار دشوار است. با کم و زیاد کردن الکترون، جسم را باردار می‌کنند. اگر جسم الکترون بگیرد بار آن منفی و اگر الکترون از دست بدهد، بار آن مثبت می‌شود.
- (۶) بار الکتریکی کمیتی عددی (نرده‌ای یا اسکالر) می‌باشد و با نماد q نمایش داده می‌شود.
- (۷) واحد بار الکتریکی در SI کولن (C) می‌باشد.
- (۸) بار الکتریکی کمیتی کوانتومی یا گسسته می‌باشد، یعنی مقدار بار جسم مضرب صحیحی از بار یک الکترون می‌باشد:

$$q = \pm ne$$

e : اندازه بار الکترون ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)، n : تعداد الکترون‌هایی که جسم گرفته یا از دست داده است.

اگر جسم الکترون بگیرد، علامت (-) و اگر از دست بدهد (+) می‌شود.

◆ اصل پایستگی بار الکتریکی

این اصل بیان می‌کند، بار الکتریکی به‌وجود نمی‌آید و از بین هم نمی‌رود، فقط از یک جسم به جسم دیگر منتقل می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر میله پلاستیکی را با پارچه پشمی مالش دهیم، تعدادی الکترون از پارچه به میله منتقل می‌شوند و بار میله منفی و بار پارچه مثبت می‌شود. یعنی هیچ باری تولید نشده است و فقط بار بین اجسام جابه‌جا شده است.

توجه



جسم خنثی دارای تعداد الکترون و پروتون برابر است. در جسم با بار منفی، تعداد الکترون‌ها بیشتر از تعداد پروتون‌هاست و در جسم با بار مثبت، تعداد الکترون‌ها کمتر از تعداد پروتون‌هاست. همچنین، منظور از بار خالص، مجموع بارهای مثبت و منفی با در نظر گرفتن علامت آنها می‌باشد.



کدام یک از بارهای گفته شده، نمی تواند در طبیعت موجود باشد؟

- (۱) $-1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ (۲) $-2/4 \times 10^{-19} \text{ C}$ (۳) $+3/2 \times 10^{-19} \text{ C}$ (۴) $+4/8 \times 10^{-19} \text{ C}$



بار الکتریکی جسمی $-8\pi\text{C}$ است. اگر 6×10^{10} الکترون از این جسم بگیریم، بار جسم چند نانوکولن می شود؟ ($e = 1/6 \times 10^{19} \text{ C}$)

- (۱) $9/6$ (۲) $17/6$ (۳) $4/8$ (۴) $1/6$



جسمی دارای بار اولیه q_0 می باشد. اگر این جسم 5×10^{15} الکترون از دست بدهد، بار آن قرینه حالت اول می شود. بار اولیه این جسم چند میکروکولن بوده است؟ ($e = 1/6 \times 10^{19} \text{ C}$)

- (۱) -400 (۲) 400 (۳) 800 (۴) -800

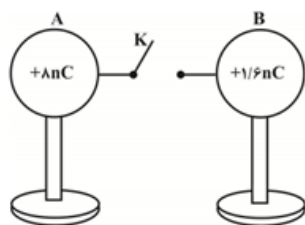


بار الکتریکی q_1 است. اگر این جسم تعداد 12×10^{12} الکترون از دست بدهد، اندازه بار الکتریکی آن ۵ برابر شده و علامت بار آن نیز تغییر می کند. q_1 چند میکروکولن بوده است؟ ($e = 1/6 \times 10^{19} \text{ C}$)

- (۱) $0/16$ (۲) $0/32$ (۳) $-0/32$ (۴) $-0/16$



در شکل زیر دو کره مشابه رسانا و باردار روی پایه‌های عایقی قرار دارند. در این حالت با وصل کلید K، به ترتیب از راست به چپ تعداد الکترون از کره به کره منتقل می‌شود. (فرض کنید هیچ باری روی سیم رابطه باقی نمی‌ماند و $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{C}$)



(۱) $B, A, 2 \times 10^{-10}$

(۲) $A, B, 2 \times 10^{-10}$

(۳) $B, A, 4 \times 10^{-10}$

(۴) $A, B, 4 \times 10^{-10}$



مجموعه بار الکتریکی چه تعداد یون Fe^{2+} با عدد اتمی ۲۶، برابر با $4 \mu\text{C}$ است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{C}$)

(۱) $1/25 \times 10^{13}$

(۲) $1/04 \times 10^{13}$

(۳) 9×10^{11}

(۴) $2/08 \times 10^{12}$

❖ دسته‌بندی اجسام از نظر الکتریکی

با توجه به نحوه انتقال بار در اجسام، آنها را به چهار دسته زیر تقسیم می‌کنند:

رسانا ➔ جسم رسانا دارای تعداد زیادی الکترون آزاد است که به راحتی می‌توانند جابه‌جا شوند. اگر به جسم رسانا بار بدهیم، سریعاً در جسم توزیع می‌شود؛ مانند: فلزات.

نارسانا ➔ جسم نارسانا الکترون آزاد ندارد، بنابراین اگر به آن بار دهیم، در همان محل باقی می‌ماند؛ مانند: چوب و پلاستیک.

نیمه‌رسانا ➔ رسانایی این اجسام بیشتر از نارسانا و کمتر از رسانا می‌باشد و با روش‌هایی می‌توان رسانایی آنها را افزایش داد.

اَبَر رسانا ➔ هیچ مقاومتی در برابر عبور جریان ندارند.

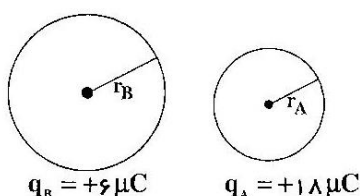
❖ روش‌های باردار کردن اجسام

(۱) **روش مالش** ➔ اگر یک میله پلاستیکی یا ابونیتی را توسط پارچه پشمی مالش دهیم، میله بار منفی گرفته و پارچه بارش مثبت می‌شود، حال اگر میله شیشه‌ای و پارچه ابریشمی باشد، میله بار (+) و پارچه بار مخالف آن (-) را خواهد گرفت.

(۲) **روش تماس** ← با اتصال دو فلز (رسانا) چون باید به تعادل الکتریکی برسند (در تعادل الکتریکی ولتاژ یا پتانسیل تمام نقاط رسانا برابر می شود)، بار بین آن ها رد و بدل می شود.
☒ اتصال دو فلز باردار، تنها نتیجه ای که دارد برقراری تعادل الکتریکی و برابری ولتاژهاست.



در شکل رسم شده با اتصال دو کره فلزی رسم شده به یکدیگر، بار الکتریکی موجود روی هر کره به ترتیب از راست به چپ و بعد از برقراری تعادل کدام است؟ ($r_B = 2r_A$)



(۱) $12 \mu C$ ، $12 \mu C$

(۲) $6 \mu C$ ، $18 \mu C$

(۳) $8 \mu C$ ، $16 \mu C$

(۴) $8 \mu C$ ، $16 \mu C$

نکته



اگر کرات مشابه (با شعاع یکسان) نباشند با برابری ولتاژ آن ها بار روی هر کدام

(۳) **باردار کردن به روش القای الکتریکی** ← اساس این روش به این صورت است که در یک رسانا بارهای هم نام به دورترین فاصله از یکدیگر خواهند رفت.

نکته



خرده کاغذ به دلیل قطبیده شدن ذرات آن داخل میدان الکتریکی خط کش باردار، توسط آن جذب می شود.

♦ دستگاه الکتروسکوپ (برق نما)

این دستگاه در حد بحث ما دارای سه وظیفه مهم است:

(۱) تشخیص این که یک جسم یا میله بار دارد یا خنثی است.

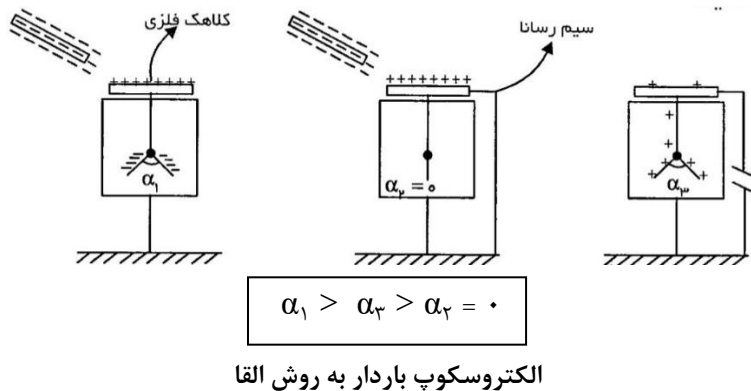
(۲) اگر بار دارد، نوع بار آن چیست؟

(۳) تشخیص این که یک میله یا جسم رسانا است یا نارسانا.

◀ وظیفه اول توسط الکتروسکوپ خنثی و دو وظیفه دوم و سوم توسط الکتروسکوپ باردار رخ می‌دهند. پس ابتدا باید روش باردار کردن الکتروسکوپ را آموخت:

(۱) **روش تماس** ← که کافی است یک جسم رسانای باردار را با کلاهک الکتروسکوپ تماس دهیم.

(۲) **روش القا** ← برای توضیح آن، کافی است روش باردار کردن القایی را به یاد آوریم.



◀ وظایف

(۱) به کلاهک الکتروسکوپ خنثی میله موردنظر را نزدیک می‌کنیم، اگر پره‌ها باز شدند یعنی میله بار داشته باشد و اگر بسته بمانند یعنی میله خنثی است.

(۲) میله باردار را به کلاهک الکتروسکوپ باردار که بارش را می‌دانیم نزدیک می‌کنیم، اگر از همان ابتدا پره‌ها دورتر شدند، بار میله و الکتروسکوپ هم نامند و اگر نزدیک شدند، ناهم‌نامند.

نکته

اگر بار میله، ناهم‌نام بسیار قوی باشد، پره‌ها ابتدا بسته و سپس باز خواهند شد.

(۳) میله موردنظر را از یک طرف در دستان گرفته و از سر دیگر به کلاهک الکتروسکوپ باردار متصل می‌کنیم، اگر اتفاقی در پره‌ها نیفتد یعنی میله نارساناست ولی اگر پره‌ها بسته شوند یعنی میله رساناست.

نکته

برای تخلیه کردن الکتروسکوپ باردار کافی است انگشت دست خود را به کلاهک الکتروسکوپ بزنیم اگر بار الکتروسکوپ منفی باشد یعنی الکترون اضافه دارد که از طریق دست و بدن ما الکترون‌های اضافه به زمین منتقل می‌شود و اگر بار آن مثبت باشد یعنی الکترون از دست داده که توسط دست و بدن ما از زمین الکترون خواهند گرفت و تخلیه خواهد شد.



توسط یک میله با بار منفی به روش القاء یک الکتروسکوپ را باردار نموده‌ایم، حال اگر یک میله شیشه‌ای را با مالش پارچه ابریشمی باردار کرده و به کلاهک آن نزدیک کنیم چه اتفاقی رخ می‌دهد؟



چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

(الف) مولد وان دو گراف وسیله‌ای است که با استفاده از تسمه‌ای متحرک، بار الکتریکی را بر روی یک کلاهک توخالی فلزی ایجاد می‌کند.

(ب) شعله آتش در هیچ دسته‌ای از حالت‌های مواد جای نمی‌گیرد.

(ج) اگر یک شعله شمع در نزدیکی یک مولد وان دو گراف با کلاهک منفی قرار بگیرد، به طرف بیرون از حد فاصل شمع و مولد وان دو گراف جهت می‌گیرد.

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

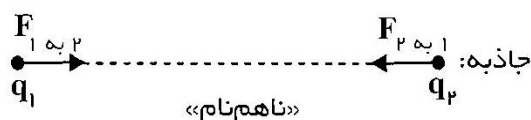
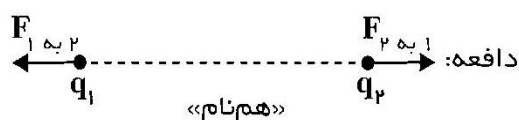
۴ (۱) صفر

نکته



❖ قانون کولن و نیروی کولنی

این قانون بیان می‌کند که دو بار ذره‌ای در مجاورت یک دیگر، به هم نیرو وارد می‌کنند که اگر دو بار هم نام باشند ($q_1, q_2 > 0$) نیروی مورد نظر، یک نیروی دافعه یا رانشی است و اگر ناهم‌نام باشند ($q_1, q_2 < 0$) نیروی مورد نظر، یک نیروی جاذبه یا ربایشی است.

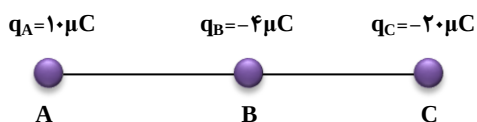


❑ اگر دو بار در فاصله r از هم قرار داشته باشند، اندازه این نیرو از رابطه زیر به دست می آید:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \begin{cases} \epsilon_0 = 8/85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2} \\ k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2} \end{cases}$$



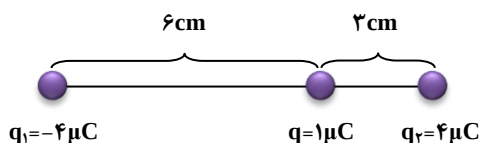
در شکل زیر، $\overline{AB} = \overline{BC} = 3\text{cm}$ است. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_A چند نیوتن و به کدام سمت است؟ ($k=9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)



- (۱) ۱۰۰، چپ
- (۲) ۱۰۰، راست
- (۳) ۹۰۰، چپ
- (۴) ۹۰۰، راست



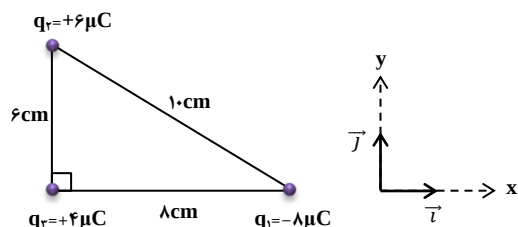
در شکل زیر، اندازه برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر بار الکتریکی نقطه‌ای $q=1\mu\text{C}$ از طرف بارهای دیگر، برابر با چند نیوتن است؟ ($k=9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)



- (۱) ۳۰
- (۲) ۳
- (۳) ۵۰
- (۴) ۵



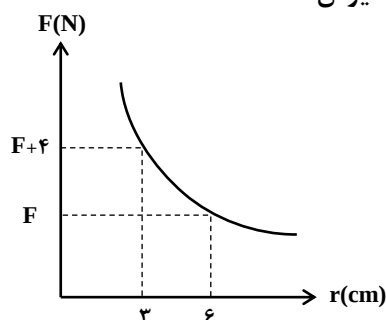
مطابق شکل زیر سه ذره باردار در سه رأس مثلث قائم‌الزاویه‌ای قرار دارند. نیروهای خالص وارد بر بار q_3 برحسب بردارهای یک SI کدام است؟ ($k=9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$)



- (۱) $45\vec{i} - 60\vec{j}$
- (۲) $-45\vec{i} + 60\vec{j}$
- (۳) $360\vec{i} - 360\vec{j}$
- (۴) $-360\vec{i} + 360\vec{j}$



نمودار اندازه نیرویی که دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در فاصله r بر هم وارد می‌کنند، مطابق شکل زیر است. اندازه نیرویی که این دو بار در فاصله 4 cm بر هم وارد می‌کنند، چند نیوتن است؟



- (۱) $\frac{27}{16}$
(۲) $\frac{4}{3}$
(۳) $1/9$
(۴) 3



دو ذره یکی به جرم m و بار الکتریکی q و ذره دیگری به جرم $2m$ با بار الکتریکی $3q$ مجاور هم قرار دارند. اگر این دو ذره فقط تحت اثر نیروی الکتریکی که به هم وارد می‌کنند، شتاب بگیرند، شتاب ذره اول چند برابر شتاب ذره دوم است؟

- (۱) $\frac{1}{6}$
(۲) $\frac{2}{3}$
(۳) 2
(۴) 6



دو کره فلزی مشابه و باردار با بارهای $q_1 = +6\text{ }\mu\text{C}$ و $q_2 = +4\text{ }\mu\text{C}$ در فاصله r به یکدیگر نیروی F وارد می‌کنند. آن‌ها را به هم متصل کرده و بعد از برقراری تعادل به همان فاصله قبل باز می‌گردانیم در این صورت نیروی بین آنها چند برابر F خواهد شد؟

- (۱) 1
(۲) $\frac{24}{25}$
(۳) $\frac{25}{24}$
(۴) $\frac{1}{2}$



اگر دو بار هم اندازه q یک دیگر را در فاصله r با اندازه نیروی F جذب کنند و 10% درصد یکی را برداشته و به دیگری دهیم نیروی بین آنها چند درصد تغییر می‌کند؟

- (۱) 1% درصد افزایش
(۲) 1% درصد کاهش
(۳) 19% درصد افزایش
(۴) 19% درصد کاهش

نکته بسیار مهم



اگر نیروی بین دو بار یک نیروی دافعه باشد.....

.....



دو بار الکتریکی نقطه $q_1 = 10 \mu C$ و $q_2 = 20 \mu C$ در فاصله r از یکدیگر قرار دارند و به هم نیروی دافعه وارد می کنند. چند درصد از بار q_2 را q_1 منتقل کنیم تا در همان فاصله، نیروی دافعه بین آنها بیشینه شود؟ (ریاضی خارج ۹۵- با تغییر)

۵۰ (۴)

۴۰ (۳)

۲۵ (۲)

۱۵ (۱)

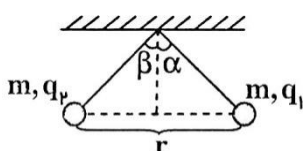


مانند شکل، دو گلوله با بارهای همنام و مساوی هر کدام به جرم 10 گرم را در یک لوله شیشه‌ای قائم با بدنه نارسا بدون اصطکاک رها می کنیم. در حالت تعادل، گلوله‌ها در فاصله 40 سانتی متری از هم قرار دارند. بار الکتریکی هر گلوله را محاسبه کنید. ($K = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)



در شکل رسم شده اگر دو گلوله فلزی باردار و نخ‌های متصل‌کننده آنها به سقف همگی در تعادل باشند،

رابطه حاکم بر زاویه انحراف α کدام است؟



$$\tan \alpha = \frac{k.q_1 q_2}{r^2.mg} \quad (1)$$

$$\sin \alpha = \frac{k.q_1 q_2}{r^2.mg} \quad (2)$$

$$\tan \alpha = \frac{r^2.mg}{k.q_1 q_2} \quad (3)$$

$$\sin \alpha = \frac{r^2.mg}{k.q_1 q_2} \quad (4)$$

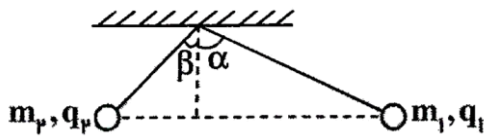
نکته



در این مسائل رابطه انحراف گرفته شده از خط قائم به گونه ای است که این زاویه با

.....

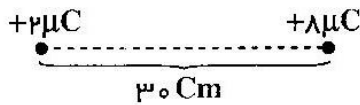
نکته تصویری



$$\alpha > \beta \Leftrightarrow m_1 < m_2$$



در شکل رسم شده در چه فاصله ای از بار $+2 \mu\text{C}$ برآیند نیروهای وارد به بار $+q$ برابر صفر است؟



نکته

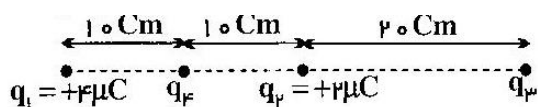


(۱) $\Leftrightarrow$ روی محور دو بار یک نقطه وجود دارد که برآیند نیروهای وارد به

(۲) $\Leftrightarrow$ اگر دو بار مورد نظر همنام باشند



در شکل زیر، برآیند نیروهای الکتریکی وارد به بار q_4 برابر صفر است. بار q_3 کدام است؟ (سراسری ریاضی ۹۱)



(۱) $+18 \mu C$

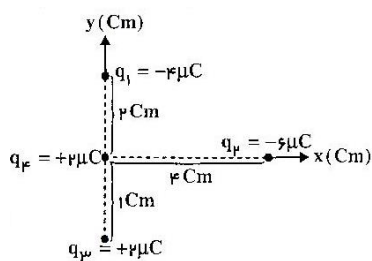
(۲) $+8 \mu C$

(۳) $-8 \mu C$

(۴) $-18 \mu C$



بردار نیروی برآیند وارد به بار q_4 کدام است؟



(۱) $67/5 \text{ i} - 54 \text{ j}$

(۲) $-67/5 \text{ i} + 18 \text{ j}$

(۳) $67/5 \text{ i} - 18 \text{ j}$

(۴) $67/5 \text{ i} + 54 \text{ j}$

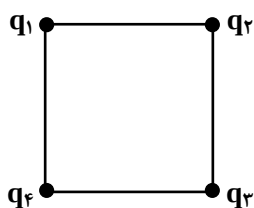
نکته تستی



اگر بارها را به μC و فاصله را به cm داده باشند، برای راحتی محاسبه نیروی کولنی می توانید.....

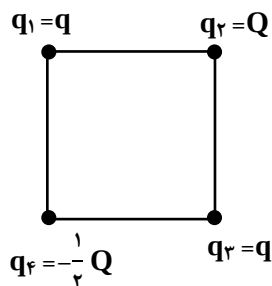


سه ذره باردار q_1 و q_2 و q_3 در سه رأس مربعی (مطابق شکل) ثابت شده‌اند. اگر $q_1 = q_2 = q_3 = 5 \mu C$ باشد، نوع و اندازه بار q_4 را طوری تعیین کنید که بار q_4 به حال تعادل بماند.





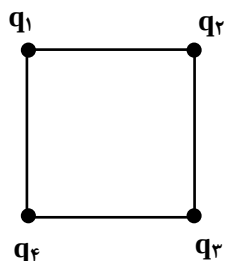
چهار ذره باردار در رأس‌های یک مربع قرار دارند. برآیند نیروهای الکتریکی وارد بر ذره باردار q_2 صفر است. $\frac{Q}{q}$ کدام است؟



- (۱) $2\sqrt{2}$
- (۲) $4\sqrt{2}$
- (۱) $-2\sqrt{2}$
- (۲) $-4\sqrt{2}$



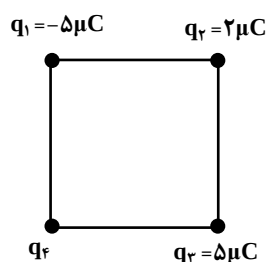
در شکل زیر، چهار ذره باردار در رأس‌های یک مربع قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_3 برابر صفر باشد، کدام رابطه درست است؟ (تقریبی قارچ ۱۴۰۰)



- (۱) $q_4 = q_2 = -2\sqrt{2} q_1$
- (۲) $q_4 = q_2 = -\frac{\sqrt{2}}{4} q_1$
- (۱) $q_4 = q_2 = 2\sqrt{2} q_1$
- (۲) $q_4 = q_2 = \frac{\sqrt{2}}{4} q_1$



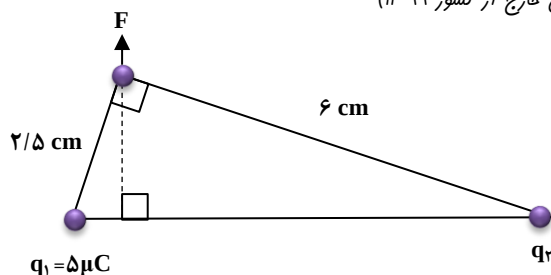
چهار ذره باردار مطابق شکل، در رأس‌های مربعی به ضلع ۱۰ سانتی‌متر قرار دارند. اگر نیروی الکتریکی خالص وارد بر بار q_2 باشد، $F = (-18N)i$ ، q_4 چند میکروکولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m/C}^2$) (تقریبی ۱۴۰۲)



- (۱) ۱۰
- (۲) -۱۰
- (۱) $10\sqrt{2}$
- (۲) $-10\sqrt{2}$



دو ذره باردار q_1 و q_2 مطابق شکل زیر قرار دارند. نیروی الکتریکی خالص (برآیند) ناشی از دو ذره به ذره باردار q_2 برابر با $\vec{F}$ است. q_2 چند میکروکولن است؟ (تجربی فارغ از کشور ۱۳۹۹)



(۱) ۱۰۸

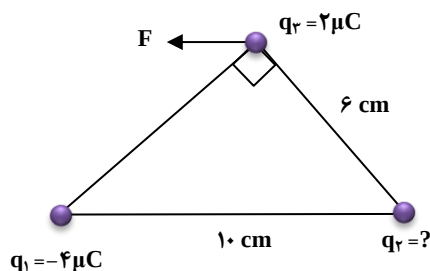
(۲) ۲۴

(۱) ۱۲

(۲) ۶



سه بار نقطه‌ای مطابق شکل در جای خود ثابت شده‌اند. برآیند نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می‌کنند (نیروی $\vec{F}$) موازی با قاعده مثلث است. بار q_2 چند میکروکولن است؟ (تجربی فارغ از کشور ۱۳۸۸)



(۱) ۳

(۲) ۴

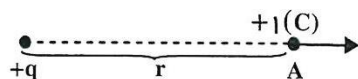
(۱) $\frac{9}{4}$

(۲) $\frac{27}{16}$

♦ میدان الکتریکی

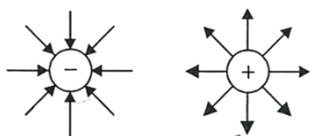
خاصیتی است در اطراف یک بار نقطه‌ای که اگر بار الکتریکی دیگری در آن قرار گیرد، توسط این خاصیت به آن نیرو وارد می‌شود، به این خاصیت میدان الکتریکی می‌گوییم.

تعریف محاسباتی ← میدان الکتریکی هم جهت و هم اندازه نیروی وارد به بار آزمون (باری مثبت و کوچک) در نقطه مورد نظر است.



$$E = k \frac{q}{r^2}$$

نکته های میدان الکتریکی

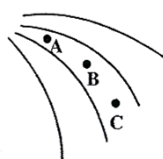


(۱) میدان الکتریکی همواره هم جهت نیروی وارد به بار (+) می باشد.

پس از بار (+) خارج و به بار (-) وارد خواهد شد.

(۲) بردار میدان در هر نقطه برداری است مماس بر خط میدانی که از آن نقطه می گذرد و هم جهت خط میدان.

(۳) هر جا تراکم خطوط میدان بیشتر باشد، در آن نقطه میدان قوی تر است.



نکته ← برای مقایسه میدان از نظر اندازه، جهت خطوط میدان مهم نیست.

$$E_A > E_B > E_C$$

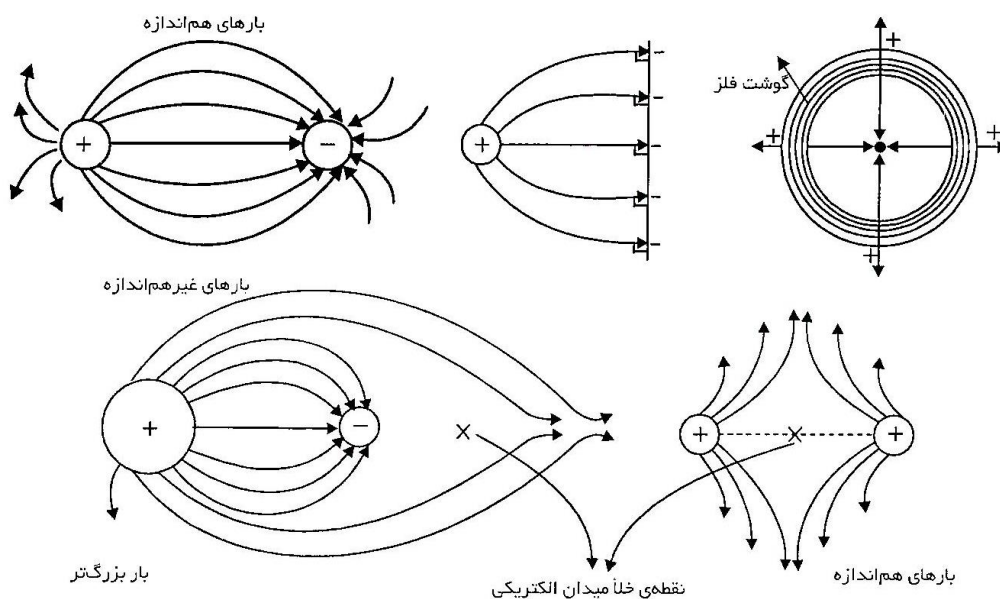
(۴) خطوط میدان هرگز یک دیگر را قطع نمی کنند، یعنی همواره از هر نقطه یک خط میدان می گذرد.

(۵) خطوط میدان همواره به صفحه فلزی باردار (صفحات هم پتانسیل) عمود است.

(۶) داخل گوشت فلزی یک کره باردار، میدان الکتریکی صفر است.

(۷) بار الکتریکی همواره روی خارجی ترین سطح رسانا می نشیند و در داخل رسانا بار الکتریکی موجود نیست.

خطوط میدان الکتریکی





جسم رسانای بارداری در حال تعادل الکترواستاتیکی است. میدان الکتریکی درون آن و در سطح خارجی آن است.

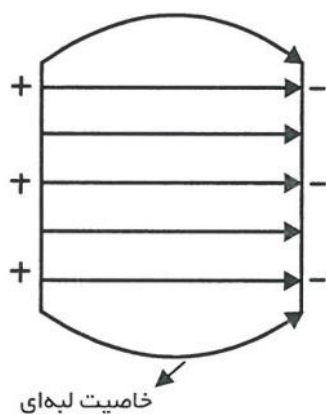
- (۱) صفر - نیز صفر
(۲) غیر صفر - نیز غیر صفر
(۳) صفر - غیر صفر
(۴) غیر صفر - صفر



جسم رسانای بدون بار الکتریکی را درون میدان الکتریکی یکنواختی قرار می دهیم. بعد از رسیدن جسم به حال تعادل الکترواستاتیکی، میدان الکتریکی درون جسم و در سطح خارجی آن، از سمت وارد و از سمت خارج می شود.

- (۱) به موازات میدان یکنواخت خارجی - نیز موازی میدان خارجی - مثبت - منفی
(۲) صفر - عمود بر سطح جسم - منفی - مثبت
(۳) صفر - موازی میدان خارجی - منفی - مثبت
(۴) به موازات میدان خارجی - عمود بر سطح جسم - مثبت - منفی

میدان الکتریکی یکنواخت



$$\left(\frac{V}{m} \text{ یا } \frac{N}{C} \right) \text{ واحد}$$

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

میدان الکتریکی یکنواخت

اختلاف پتانسیل دو صفحه
فاصله عمودی بر دو صفحه

ارتباط بین نیروی کولنی و میدان الکتریکی

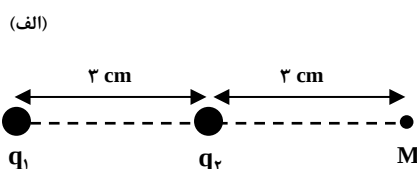
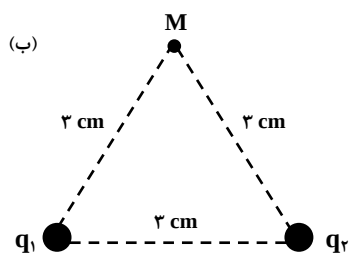
اگر بار q داخل میدان الکتریکی « E » قرار گیرد به آن نیروی « $F = E \cdot q$ » اعمال می شود.



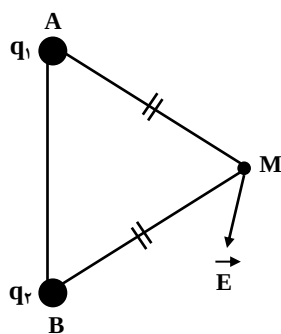
در شکل رسم شده، اگر از نقطه A به سمت نقطه B پیش برویم، میدان الکتریکی چگونه تغییر می کند؟
 $(|q_1| > |q_2|)$



در هر یک از شکل های زیر میدان حاصل از بارهای $q_1 = +10 \mu C$ و $q_2 = -10 \mu C$ را در نقطه M محاسبه کرده و میدان برایند در این نقطه را رسم و محاسبه کنید.



میدان حاصل از بارهای q_1 و q_2 در نقطه M به صورت زیر می باشد. علامت بارها و اندازه آنها در مقایسه با هم چگونه است؟



(۱) $|q_1| > |q_2|, q_2 > 0, q_1 > 0$

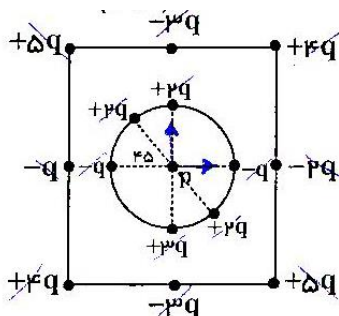
(۲) $|q_1| < |q_2|, q_2 < 0, q_1 > 0$

(۳) $|q_1| > |q_2|, q_2 > 0, q_1 < 0$

(۴) $|q_1| < |q_2|, q_2 < 0, q_1 < 0$



شکل زیر، دو آرایه مربعی و دایره ای از ذره های باردار را نشان می دهد. مرکز این دو شکل نقطه p می باشد. شعاع دایره $\frac{d}{4}$ و فاصله بارها روی محیط مربع d می باشد. بزرگی میدان الکتریکی برآیند در نقطه p کدام است؟



(۱) $\sqrt{17} \frac{kq}{d^2}$

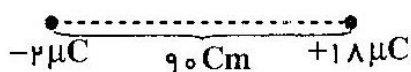
(۲) $\sqrt{13} \frac{kq}{d^2}$

(۳) $\sqrt{5} \frac{kq}{d^2}$

(۴) $\sqrt{26} \frac{kq}{d^2}$



در چند cm از بار $2 \mu C$ - میدان الکتریکی برابر صفر خواهد بود؟



(۱) ۳۰

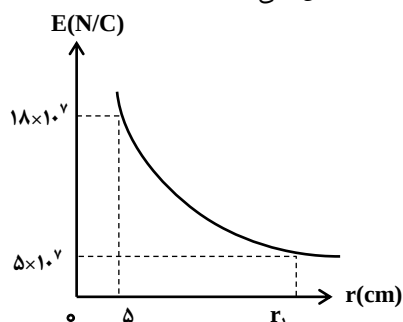
(۲) ۶۰

(۳) ۴۵

(۴) ۱۳۵



نمودار تغییرات میدان الکتریکی حاصل از بار نقطه ای q بر حسب فاصله از آن به صورت شکل زیر است. اندازه q چند میکروکولن و r_1 چند سانتی متر است؟ ($k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$) (ریاضی قارچ ۱۳۹۹)



(۱) ۱۰، ۵۰

(۲) ۲۰، ۵۰

(۳) ۱۰، ۲۵

(۴) ۲۰، ۲۵

نکته



برای یافتن نقطه‌ای که در آن میدان برابر صفر است نیز دقیقاً همان روشی را استفاده می‌کنیم که برای نیرو استفاده می‌کردیم.



قطره‌ای به جرم ۴۰ گرم در صفحه قائم بین دو صفحه با اختلاف پتانسیل ۸۰KV و فاصله عمودی ۵ cm مطابق شکل در حال تعادل است، بار قطره کدام است؟ (برگرفته از آزمایش قطره روغن میلیکان)



(۱) $-۰/۲۵ \mu C$

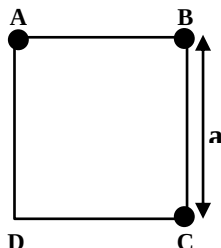
(۲) $+۰/۵ \mu C$

(۳) $-۵ \mu C$

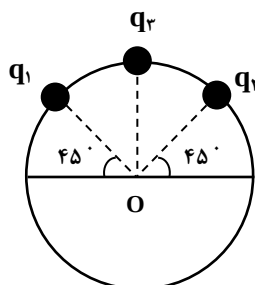
(۴) $+۵ \mu C$



در شکل روبه‌رو، دو بار نقطه‌ای یکسان q در دو رأس A و C از مربعی به ضلع a و بار نقطه‌ای Q در رأس B قرار دارد. اگر شدت میدان در نقطه D (رأس چهارم مربع) برابر صفر باشد، $\frac{Q}{q}$ کدام است؟



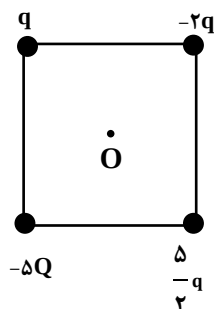
در شکل روبه‌رو، اگر $q_1=q_2=-۳\mu C$ باشد، بار q_3 چقدر باشد تا شدت میدان الکتریکی در نقطه O برابر صفر شود؟





چهار ذره باردار مطابق شکل زیر در رأس‌های مربعی به ضلع a قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی خالص در

نقطه O (مرکز مربع) کدام است؟ (تثربی ۱۴۰۲)

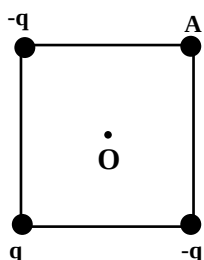


- (۱) $\frac{2kq}{a^2}$
- (۲) $\frac{\sqrt{2}kq}{a^2}$
- (۳) $\frac{5kq}{a^2}$
- (۴) $\frac{2\sqrt{2}kq}{a^2}$



بارهای الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل، در رأس‌های مربعی به ضلع 30 سانتی‌متر قرار دارند. اگر بار q را از آزمایش حذف کنیم، بزرگی میدان الکتریکی در نقطه A چگونه تغییر می‌کند؟ ($a=30\text{cm}$, $q=20\text{nC}$).

($k=9 \times 10^9 \text{N.m}^2/\text{C}^2$) (تثربی ۱۴۰۲)

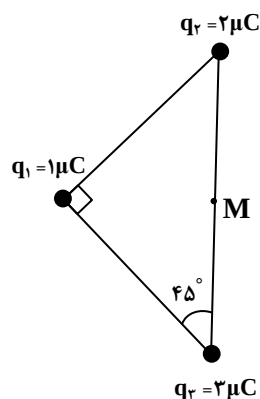


- (۱) 1000 کاهش می‌یابد
- (۲) 1000 افزایش می‌یابد
- (۳) $500\sqrt{2}$ افزایش می‌یابد
- (۴) $500\sqrt{2}$ کاهش می‌یابد



در شکل زیر، سه بار الکتریکی مثبت نقطه‌ای در سه رأس مثلث ثابت نگه داشته شده‌اند و بزرگی میدان الکتریکی خالص در نقطه M (وسط ضلع)، E است. اگر بار الکتریکی q_2 را از آزمایش حذف کنیم، بزرگی میدان

الکتریکی خالص در نقطه M چند برابر می‌شود؟ (ریاضی ۱۴۰۲)



- (۱) $\sqrt{5}$
- (۲) $2\sqrt{5}$
- (۳) $\frac{3}{2}$
- (۴) $\frac{2}{3}$



اگر اندازه میدان الکتریکی حاصل از یک بار الکتریکی نقطه‌ای در 30 سانتی‌متری آن $1/6 \times 10^4 \text{ N/C}$ کمتر از اندازه میدان الکتریکی در 10 سانتی‌متری آن باشد، اندازه میدان الکتریکی در فاصله 1 متری آن ذره باردار چند نیوتن بر کولن است؟ (ریاضی ۱۳۹۹)

- (۱) 90
- (۲) 120
- (۳) 180
- (۴) 240



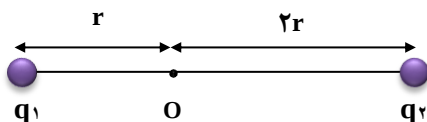
در یک میدان الکتریکی یکنواخت، به بار الکتریکی $q = 2 \mu\text{C}$ و نیروی الکتریکی $\vec{F} = 14/4 \text{ N} - 10/8 \text{ N} \hat{i}$ وارد می‌شود. بزرگی میدان الکتریکی چند نیوتن بر کولن است؟ (تجربی ۱۳۹۸)

- (۱) 36×10^6
- (۲) 18×10^6
- (۳) 9×10^6
- (۴) $4/5 \times 10^6$



مطابق شکل زیر، دو ذره باردار $q_1 = -2q$ و $q_2 = 6q$ در فاصله $3r$ از هم قرار دارند و بزرگی میدان الکتریکی خالص (برایند) ناشی از دو ذره در نقطه O برابر با E_1 است. اگر 50 درصد از بار q_2 به q_1 منتقل شود، بزرگی

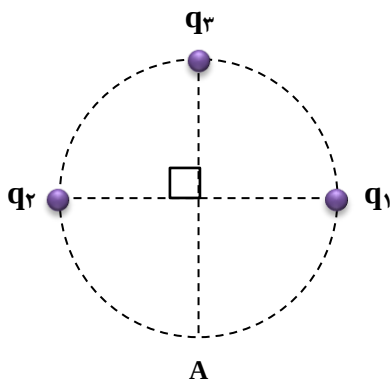
میدان الکتریکی خالص (برایند) در نقطه O برابر با E_2 می‌شود. $\frac{E_2}{E_1}$ کدام است؟ (ریاضی فارج ۱۳۹۹)



- (۱) $\frac{1}{14}$
- (۲) $\frac{1}{6}$
- (۳) $\frac{1}{4}$
- (۴) $\frac{1}{-4}$



در شکل زیر، میدان الکتریکی خالص در نقطه A برابر صفر است. $\left| \frac{q_3}{q_1} \right|$ چقدر است؟ (ریاضی ۱۴۰۰)



(۱) ۲

(۲) $2\sqrt{2}$

(۳) ۴

(۴) $4\sqrt{2}$

بیشتر تمرین کنید



دو بار الکتریکی نقطه‌ای $q_1 = 6\mu C$ و $q_2 = 8\mu C$ به فاصله 5 cm از هم واقع‌اند. اندازه میدان الکتریکی برآیند در فاصله 3

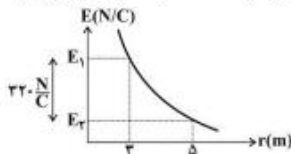
۱

سانتی‌متری از بار q_1 و 4 سانتی‌متری از بار q_2 چند نیوتون بر کولن است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

- (۱) $1/5 \times 10^{-7}$ (۲) 6×10^{-7} (۳) $7/5 \times 10^{-7}$ (۴) $10/5 \times 10^{-7}$

نمودار اندازه میدان الکتریکی حاصل از بار q بر حسب فاصله از آن، مطابق شکل زیر است. اندازه میدان الکتریکی در فاصله $3\sqrt{5}$ متر از این بار چند نیوتون بر کولن است؟

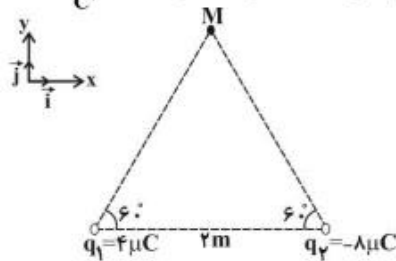
۲



- (۱) $30\sqrt{5}$
(۲) 100
(۳) 50
(۴) $150\sqrt{5}$

با توجه به شکل زیر، بردار میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 در نقطه M در SI کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

۳



- (۱) $(13/5 \vec{i} + 4/5\sqrt{3} \vec{j}) \times 10^{-2}$
(۲) $(13/5 \vec{i} - 4/5\sqrt{3} \vec{j}) \times 10^{-2}$
(۳) $(13/5 \vec{i} - 9\sqrt{3} \vec{j}) \times 10^{-2}$
(۴) $(13/5 \vec{i} + 9\sqrt{3} \vec{j}) \times 10^{-2}$

بزرگی میدان الکتریکی حاصل از ذره باردار $q = 3/2 \times 10^{-19} \text{ C}$ در فاصله $d = 10^{-10} \text{ m}$ از آن بر حسب نیوتون

۴

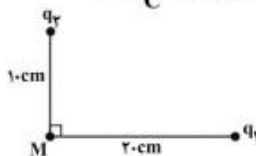
بر کولن کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2})$

- (۱) $2/88 \times 10^{-8}$ (۲) $2/88 \times 10^{-11}$ (۳) $2/88 \times 10^{-14}$ (۴) $2/88 \times 10^{-20}$

اندازه میدان الکتریکی ناشی از بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 در فاصله 10 cm از آن برابر با $4 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ و اندازه میدان الکتریکی ناشی از بار q_2 در

۵

فاصله 20 cm از آن برابر با $2/5 \times 10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ است. در این صورت اندازه میدان برآیند ناشی از دو بار در نقطه M در شکل زیر چند $\frac{\text{N}}{\text{C}}$ است؟

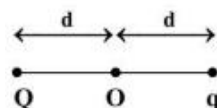


- (۱) 2×10^4
(۲) 9×10^4
(۳) $\sqrt{65} \times 10^4$
(۴) $\sqrt{2} \times 10^4$

در شکل زیر، اندازه میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای q و Q در نقطه O برابر با $200 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ می‌باشد. با حذف بار q ، اندازه میدان الکتریکی در

۶

همان نقطه برابر با $50 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ می‌شود. کدام گزاره درباره بارهای q و Q الزاماً درست است؟

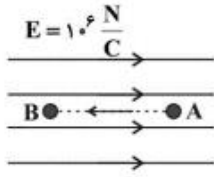


- (۱) دو بار q و Q ناهم‌نام هستند و $|q| > |Q|$ است.
(۲) دو بار q و Q ناهم‌نام هستند و $|Q| > |q|$ است.
(۳) نوع بارها را نمی‌توان تشخیص داد اما $|q| > |Q|$ است.
(۴) در مورد نوع بار و اندازه آن‌ها نمی‌توان قضاوت کرد.

۷

در شکل زیر، ذره باردار به جرم $2 \cdot mg$ و بار الکتریکی $q = +2 \mu C$ از نقطه A با تندی $v = 100 \frac{m}{s}$ در جهت نشان داده شده به طرف نقطه B پرتاب

شده و در نقطه B متوقف می‌شود. فاصله AB چند سانتی‌متر است؟ (از نیروی گرانشی و کلیه انواع اتلاف انرژی صرف‌نظر شود).



۵ (۱)

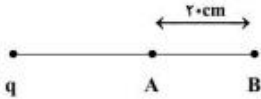
۲۵ (۲)

۲/۵ (۳)

۵۰ (۴)

۸

در شکل زیر، بزرگی میدان الکتریکی ناشی از بار الکتریکی نقطه‌ای q در نقاط A و B به ترتیب $9 \cdot \frac{N}{C}$ و $4 \cdot \frac{N}{C}$ است. اندازه q چند نانوکولن است؟



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

9×10^{-3} (۴)

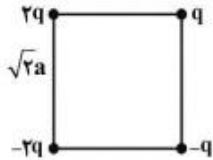
۰/۹ (۳)

16×10^{-3} (۲)

۱/۶ (۱)

۹

چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل زیر در رأس‌های یک مربع به ضلع $\sqrt{2}a$ قرار دارند. بزرگی و جهت میدان الکتریکی برآیند در مرکز مربع کدام است؟ ($q > 0$)



$$\begin{aligned} &\downarrow \text{ و } 3\sqrt{2} \frac{kq}{a^2} \text{ (۲)} \\ &\uparrow \text{ و } \frac{\sqrt{2}kq}{2a^2} \text{ (۴)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\downarrow \text{ و } \frac{3\sqrt{2}kq}{2a^2} \text{ (۱)} \\ &\uparrow \text{ و } \frac{2\sqrt{2}kq}{a^2} \text{ (۳)} \end{aligned}$$

دو بار الکتریکی نقطه‌ای q و $-4q$ در فاصله d از یکدیگر قرار دارند. در چه فاصله‌ای از بار با اندازه بزرگتر، میدان‌های الکتریکی حاصل از این دو بار مساوی و هم‌جهت هستند؟

$$\frac{4d}{3} \text{ (۴)}$$

$$2d \text{ (۳)}$$

$$\frac{2d}{3} \text{ (۲)}$$

$$\frac{d}{3} \text{ (۱)}$$

۱۱

بار $16nC$ در مبدأ مختصات، بار نامعلومی در نقطه $(3m, 0)$ و بار $12nC$ در نقطه $(6m, 0)$ قرار دارند. هرگاه در نقطه $(8m, 0)$ میدان الکتریکی خالص به بزرگی $20/25 \frac{N}{C}$ و در جهت مثبت محور x باشد، بار نامعلوم چند نانوکولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$)

-۹ (۴)

۲۵ (۳)

۹ (۲)

-۲۵ (۱)

۱۲

ذره باردار به جرم $3g$ در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $10^5 \frac{N}{C}$ در حال سکون قرار دارد. اگر بار ذره منفی باشد، اندازه بار آن بر حسب

$$\text{میکروکولن و جهت میدان به کدام سمت می‌باشد؟ } (g = 10^{-3} \frac{N}{kg})$$

۳۰، پایین (۴)

۰/۳، پایین (۳)

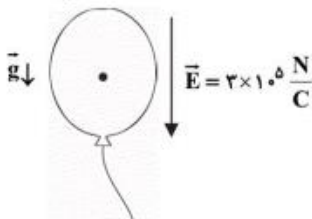
۳۰، بالا (۲)

۰/۳، بالا (۱)

۱۳

روی سطح بادکنکی کروی به جرم $5g$ ، بار الکتریکی $-0.1 \mu C$ را به طور یکنواخت ایجاد می‌کنیم و بادکنک را در میدان الکتریکی یکنواخت

$3 \times 10^5 \frac{N}{C}$ که جهت آن رو به پایین است قرار می‌دهیم. برآیند نیروهای وزن و الکتریکی وارد بر بادکنک چند نیوتون و به کدام سمت است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



۰/۰۲، بالا (۱)

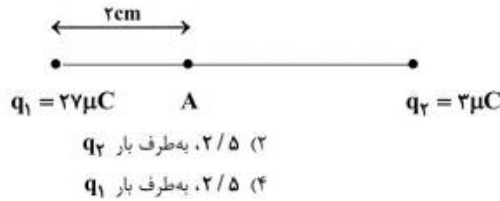
۰/۰۲، پایین (۲)

۰/۰۸، بالا (۳)

۰/۰۸، پایین (۴)

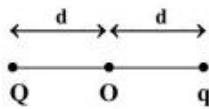
۱۴

در شکل زیر دو بار نقطه‌ای q_1 و q_2 در دو سر پاره‌خطی به طول 6cm قرار دارند. چند سانتی‌متر از نقطه A و به کدام جهت حرکت کنیم تا میدان برآیند ناشی از این دو بار در آن نقطه صفر شود؟



۱۵

در شکل زیر، اندازه میدان الکتریکی برآیند حاصل از بارهای q و Q در نقطه O برابر با $200 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ می‌باشد. با حذف بار q ، اندازه میدان الکتریکی در همان نقطه برابر با $50 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ می‌شود. کدام گزاره درباره بارهای q و Q الزاماً درست است؟



- (۱) دو بار q و Q ناهم‌نام هستند و $|q| > |Q|$ است.
(۲) دو بار q و Q ناهم‌نام هستند و $|Q| > |q|$ است.
(۳) نوع بارها را نمی‌توان تشخیص داد اما $|q| > |Q|$ است.
(۴) در مورد نوع بار و اندازه آن‌ها نمی‌توان قضاوت کرد.

۱۶

بزرگی میدان الکتریکی حاصل از بار الکتریکی نقطه‌ای $20\mu\text{C}$ در فاصله یک متری از آن، چند نیوتون بر کولن است؟

$(k = 9 \times 10^9 \text{ SI})$

- (۱) 2×10^3 (۲) 10^2
(۳) $1/8 \times 10^4$ (۴) $1/8 \times 10^5$

۱۷

بردار میدان الکتریکی در یک نقطه از فضا به صورت $\vec{E} = (3\vec{i} + 4\vec{j}) \times 10^5$ (در SI) است. اندازه نیروی الکتریکی وارد بر بار نقطه‌ای $q = 2\mu\text{C}$ در این نقطه چند نیوتون است؟

- (۱) $0/6$ (۲) $0/8$ (۳) 1 (۴) $0/7$

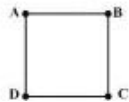
۱۸

بارهای الکتریکی نقطه‌ای $4\mu\text{C}$ و $-8\mu\text{C}$ روی محور x به ترتیب در مکان‌های $x = 6\text{cm}$ و $x = 12\text{cm}$ قرار دارند. بار نقطه‌ای چند میکروکولن را باید در مکان $x = 18\text{cm}$ قرار داد تا میدان الکتریکی برآیند در نقطه $x = 0$ برابر صفر شود؟

- (۱) -54 (۲) -18 (۳) 18 (۴) 54

۱۹

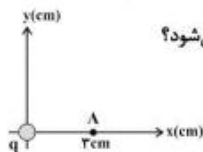
سه بار الکتریکی نقطه‌ای q_A ، q_B و q_C در سه رأس A ، B و C از مربع شکل زیر قرار دارند. اگر $q_A = q_C$ و میدان الکتریکی برآیند ناشی از بارها در نقطه D برابر یا صفر باشد، q_B چند برابر هر یک از دو بار دیگر است؟



- (۱) $\sqrt{2}$ (۲) $2\sqrt{2}$
(۳) $-2\sqrt{2}$ (۴) $-\sqrt{2}$

۲۰

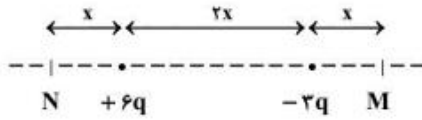
در شکل زیر، ذره باردار q در مبدأ مختصات قرار دارد و بزرگی میدان الکتریکی حاصل از آن در نقطه A که در فاصله 3cm از آن قرار دارد برابر با $10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ است. اگر ذره باردار به اندازه 3cm روی محور y بالا رود، اندازه میدان الکتریکی در نقطه A چند نیوتون بر کولن می‌شود؟



- (۱) 10^3 (۲) 10^5
(۳) $2/5 \times 10^4$ (۴) 5×10^4

۲۱

در شکل زیر، اگر اندازه میدان‌های الکتریکی ناشی از دو بار در نقطه N برابر با E باشد، اندازه میدان‌های الکتریکی ناشی از این دو بار در نقطه M برابر چند E خواهد بود؟



(۴) ۱

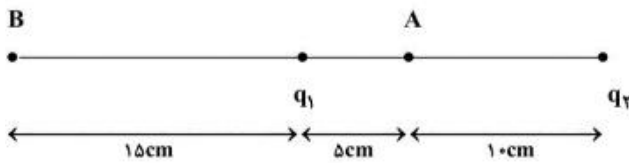
(۳) $\frac{7}{17}$

(۲) $\frac{9}{19}$

(۱) ۲

۲۲

در شکل زیر اگر اندازه میدان برای حاصل از بارهای q_1 و q_2 در نقطه A صفر و در نقطه B 16×10^{-10} نیوتون بر کولن باشد، اندازه بار q_2 چند کولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)



(۱) ۰/۲

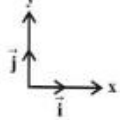
(۲) ۰/۸

(۳) ۰/۰۵

(۴) ۳/۲

۲۳

بار نقطه‌ای $q = +8nC$ در نقطه A در صفحه xoy قرار دارد. بردار میدان الکتریکی حاصل از این بار در نقطه B بر حسب بردارهای $\vec{i}$ و $\vec{j}$ در صفحه xoy چیست؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)



(۴) $9\vec{i} + 9\sqrt{3}\vec{j}$

(۳) $9\vec{i} - 9\sqrt{3}\vec{j}$

(۲) $9\sqrt{3}\vec{i} + 9\vec{j}$

(۱) $9\sqrt{3}\vec{i} - 9\vec{j}$

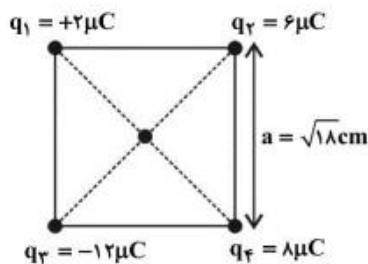
۲۴

ذره باردار به جرم ۳g در میدان الکتریکی یکنواختی به بزرگی $10^5 \frac{N}{C}$ در حال سکون قرار دارد. اگر بار ذره منفی باشد، اندازه بار آن بر حسب میکروکولن و جهت میدان به کدام سمت می‌باشد؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

(۱) ۰/۳ ، بالا (۲) ۳۰ ، بالا (۳) ۰/۳ ، پایین (۴) ۳۰ ، پایین

۲۵

بر روی چهار رأس مربع شکل زیر، چهار بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل قرار دارند. بزرگی میدان الکتریکی برای در مرکز مربع چند نیوتون بر کولن است؟ ($k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)



(۱) $3\sqrt{10} \times 10^7$

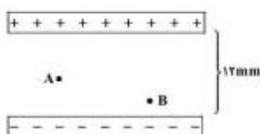
(۲) $2\sqrt{5} \times 10^7$

(۳) $3\sqrt{5} \times 10^7$

(۴) $6\sqrt{10} \times 10^7$

۲۶

در شکل زیر میدان الکتریکی بین دو صفحه موازی یکنواخت می‌باشد. اگر اندازه نیروی الکتریکی وارد بر بار الکتریکی $q_A = 20 \mu C$ در نقطه A برابر با ۱N باشد، اندازه نیروی الکتریکی وارد شده به بار $q_B = 1/\delta mC$ در نقطه B، چند نیوتون است؟



(۱) 75×10^{-3}

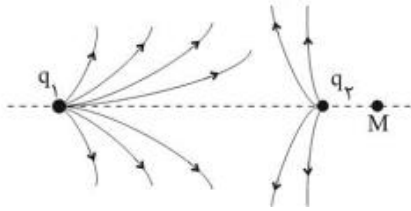
(۲) ۱

(۳) ۷۵

(۴) ۱۰۰

۲۷

شکل زیر بخشی از خطوط میدان الکتریکی را در اطراف دو بار الکتریکی نقطه‌ای q_1 و q_2 نشان می‌دهد. اندازه کدام بار بزرگ‌تر و جهت میدان در نقطه M روی خط واصل دو بار، چگونه است؟



- (۱) $q_2 \rightarrow$
(۲) $q_2 \leftarrow$
(۳) $q_1 \rightarrow$
(۴) $q_1 \leftarrow$

۲۸

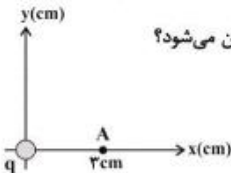
دو بار الکتریکی هم‌نام q_A و $q_B = \frac{1}{4}q_A$ در فاصله r از یکدیگر قرار دارند و میدان الکتریکی برابند روی خط واصل دو بار و بین آن‌ها در فاصله $\frac{r}{4}$ از بار

q_A برابر $\vec{E}$ می‌باشد. اگر مکان دو بار را با یکدیگر عوض کنیم، میدان الکتریکی برابند در همان نقطه برابر کدام یک از گزینه‌های زیر می‌شود؟

- (۱) $-\frac{2}{3}\vec{E}$
(۲) $\frac{4}{3}\vec{E}$
(۳) $\frac{2}{3}\vec{E}$
(۴) $-\frac{4}{3}\vec{E}$

۲۹

در شکل زیر، ذره باردار q در مبدأ مختصات قرار دارد و بزرگی میدان الکتریکی حاصل از آن در نقطه A که در فاصله 3cm از آن قرار دارد برابر با $10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ است. اگر ذره باردار به اندازه 3cm روی محور y بالا رفته، اندازه میدان الکتریکی در نقطه A چند نیوتون بر کولن می‌شود؟



- (۱) 10^5
(۲) 10^5
(۳) $2/5 \times 10^4$
(۴) 5×10^4

۳۰

روی سطح بادکنکی کروی به جرم 20g بار الکتریکی -40nC به‌طور یکنواخت توزیع شده است. اگر این بادکنک را در یک میدان الکتریکی یکنواخت دهیم و در حال تعادل و ساکن بماند، اندازه و جهت میدان الکتریکی چگونه است؟ (فرض کنید به

بادکنک نیروی شناوری 1N وارد شود و $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ باشد).

- (۱) $2/5 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ، رو به بالا
(۲) $2/5 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ، رو به پایین
(۳) $5 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ، رو به بالا
(۴) $5 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ، رو به پایین

پایخانه کلیدی



۴.۵	۲.۴	۲.۳	۲.۲	۳.۱
۲.۱۰	۲.۹	۱.۸	۱.۷	۳.۶
۳.۱۵	۲.۱۴	۲.۱۳	۳.۱۲	۱.۱۱
۴.۲۰	۳.۱۹	۲.۱۸	۳.۱۷	۴.۱۶
۴.۲۵	۳.۲۴	۲.۲۳	۲.۲۲	۳.۲۱
۲.۳۰	۴.۲۹	۳.۲۸	۳.۲۷	۳.۲۶

نکته های بیشتر



❖ انرژی پتانسیل الکتریکی

اگر دو بار همنام را کنار یکدیگر رها کنید، در اثر نیروی دافعه، سرعت و انرژی جنبشی ذرات افزایش می‌یابد و با توجه به قانون پایستگی انرژی، این انرژی جنبشی نمی‌تواند خودبه‌خود به‌وجود آمده باشد. بنابراین افزایش انرژی جنبشی را به کاهش انرژی پتانسیل نسبت می‌دهیم و با توجه به ماهیت الکتریکی این انرژی به آن «انرژی پتانسیل الکتریکی» می‌گویند.

❖ محاسبه تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی

روش کمی کردن انرژی پتانسیل الکتریکی، مشابه محاسبه انرژی پتانسیل گرانشی است. تغییر انرژی پتانسیل گرانشی به‌صورت منفی کار نیروی گرانشی تعریف می‌شود و در این مبحث نیز تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی یک ذره باردار در میدان الکتریکی $\vec{E}$ در یک جابه‌جایی معین برابر است با منفی کار انجام‌شده توسط نیروی الکتریکی در همان جابه‌جایی و به‌عبارت ریاضی می‌توانیم بنویسیم:

$$\Delta U_E = -W_E$$

اگر میدان الکتریکی یکنواخت باشد، نیروی ثابتی به ذره باردار وارد می‌شود و محاسبه کار آسان‌تر است.

❖ تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی یک ذره باردار در میدان الکتریکی یکنواخت

برای محاسبه ΔU_E باید کار را از رابطه $W = Fd \cos \theta$ محاسبه کرد.

$$W_E = F_E d \cos \theta \xrightarrow{F_E = E|q|} W_E = |q| E d \cos \theta$$

$$\Delta U_E = -W_E = -|q| E d \cos \theta$$

θ : زاویه بین نیروی ناشی از میدان الکتریکی و جابه‌جایی

$|q|$: مقدار بار الکتریکی ذره برحسب کولن (C)

E : بزرگی میدان الکتریکی برحسب نیوتن بر کولن ($\frac{N}{C}$)

d : اندازه جابه‌جایی برحسب متر (m)

W_E : کار میدان الکتریکی برحسب ژول (J)

نکته





در یک میدان الکتریکی یکنواخت ذره‌ای با بار $2 \mu\text{C}$ را با سرعت V_0 خلاف جهت میدان الکتریکی پرتاب می‌کنیم. ذره پس از 30 cm جابه‌جایی متوقف می‌شود. با صرف‌نظر از نیروی وزن، اگر میدان

الکتریکی $10^4 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ باشد و جرم ذره $4 \times 10^{-30} \text{ kg}$ باشد:

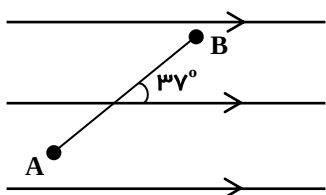
الف) تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی ذره در این جابه‌جایی چند ژول است؟

ب) V_0 چند $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ است؟



مطابق شکل بار $q = -2.0 \mu\text{C}$ از نقطه A تا B جابه‌جا می‌شود. انرژی پتانسیل الکتریکی بار چه مقدار و

چگونه تغییر کرده است؟ ($\cos 37^\circ = 0.8$, $E = 1.0 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$, $\overline{AB} = 1.5 \text{ m}$)



(۱) $+0.24$

(۲) -0.24

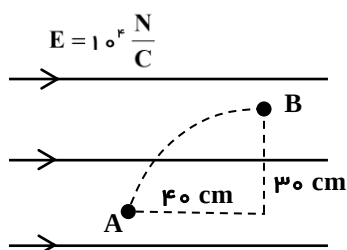
(۳) $+0.3$

(۴) -0.3



مطابق شکل بار $q = +4.5 \mu\text{C}$ را روی مسیر $\frac{1}{4}$ بیضی از A تا B جابه‌جا می‌کنیم، تغییر انرژی پتانسیل

الکتریکی بار در این جابه‌جایی چند ژول است؟



(۱) 0.9×10^{-2}

(۲) -0.9×10^{-2}

(۳) $1/8 \times 10^{-2}$

(۴) $-1/8 \times 10^{-2}$

❖ کار انجام شده توسط نیروی خارجی

اگر در جابه‌جایی بار الکتریکی در یک میدان الکتریکی خارجی، علاوه بر نیروی میدان الکتریکی، یک نیروی خارجی دیگر نیز وارد شود، در حین حرکت میدان الکتریکی، کار W_E و نیروی خارجی، کار خارجی $W_{\text{خارجی}}$ را روی بار انجام می‌دهد و طبق قضیه کار و انرژی جنبشی می‌توانیم بنویسیم:

$$W_{\text{کل}} = \Delta K \Rightarrow W_E + W_{\text{خارجی}} = \Delta K$$

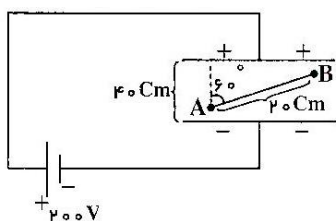
حال اگر حرکت ذره با سرعت ثابت انجام شود و یا سرعت اولیه و سرعت نهایی ذره باردار صفر باشد (ذره در نقطه اول ساکن باشد و پس از جابه‌جایی، در نقطه دوم ساکن نگه داشته شود)، آن‌گاه تغییر انرژی جنبشی صفر می‌شود $\Delta K = 0$. بنابراین:

$$W_E + W_{\text{خارجی}} = 0 \Rightarrow W_{\text{خارجی}} = -W_E = \Delta U$$

نتیجه $\Rightarrow$ می‌توان تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی را به صورت «کار انجام شده توسط نیروی خارجی برای جابه‌جا کردن بار با سرعت ثابت» نیز تعریف کرد.



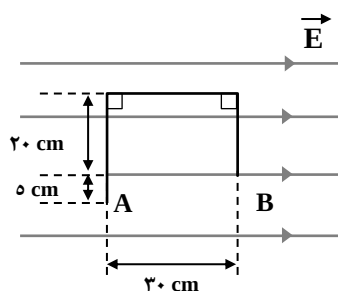
در شکل زیر فاصله دو صفحه فلزی 40 cm می‌باشد، اگر بار $50\text{ }\mu\text{C}$ را از نقطه A تا نقطه B جابه‌جا کنیم، انرژی پتانسیل الکتریکی در بار چگونه تغییر می‌کند؟



- (۱) $2/5\text{ mJ}$ ، افزایش
- (۲) 5 mJ ، افزایش
- (۳) $2/5\text{ mJ}$ ، کاهش
- (۴) 5 mJ ، کاهش



در شکل زیر، در میدان الکتریکی یکنواخت $E = 10^5\text{ N/C}$ بار نقطه‌ای $q = -5\text{ }\mu\text{C}$ از طریق مسیر نشان داده شده از نقطه A به نقطه B منتقل شده است. در این انتقال، انرژی پتانسیل الکتریکی این ذره باردار



چند ژول تغییر می‌کند؟ (ریاضی ۱۳۹۹)

- (۱) $+0/15$
- (۲) $-0/15$
- (۳) $+0/10$
- (۴) $-0/10$

♦ پتانسیل یا ولتاژ الکتریکی



درون یک میدان الکتریکی یکنواخت، بار الکتریکی $q = +2 \mu\text{C}$ ، از نقطه A تا نقطه B جابه جا می‌شود. اگر کار نیروی الکتریکی در این انتقال برابر $5 \times 10^{-5} \text{ J}$ باشد، تغییر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q چند ژول است و $V_B - V_A$ برابر با چند ولت است؟

(۱) $-25, -5 \times 10^{-5}$

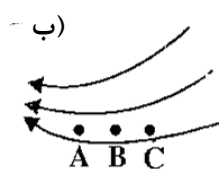
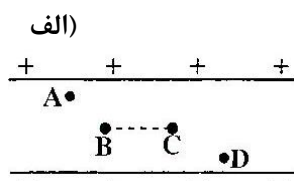
(۲) $+25, -5 \times 10^{-5}$

(۳) $-25, +5 \times 10^{-5}$

(۴) $+25, +5 \times 10^{-5}$



در شکل های رسم شده میدان الکتریکی و پتانسیل الکتریکی را با هم مقایسه کنید.



ذره‌ای با بار الکتریکی $3 \mu\text{C}$ در نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی 80 V دارای انرژی جنبشی 0.2 mJ است. اگر ذره، خودبه‌خود و تحت تأثیر میدان به نقطه‌ای با پتانسیل الکتریکی 200 V منتقل شود، انرژی جنبشی آن چند میلی‌ژول است؟ (از اتلاف انرژی و نیروی وزن طرف‌نظر شود).

(۱) 0.16

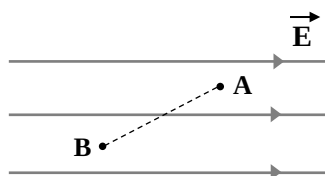
(۲) 0.56

(۳) 0.24

(۴) 0.44



در شکل زیر، بار الکتریکی $q = -5.0 \mu\text{C}$ از نقطه A به پتانسیل الکتریکی ۱۲۰ ولت به نقطه B می‌رود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن 5 mJ تغییر می‌کند. پتانسیل الکتریکی نقطه B چند ولت است؟ (ریاضی ۱۳۹۸)



(۱) ۲۰

(۲) ۱۱۰

(۳) ۱۳۰

(۴) ۲۲۰



بار الکتریکی $q = -2.0 \text{ nC}$ در راستای میدان الکتریکی یکنواخت، از نقطه A به نقطه B منتقل می‌شود و انرژی پتانسیل الکتریکی آن 2 mJ افزایش می‌یابد. $V_B - V_A$ چند ولت است و جهت حرکت بار الکتریکی در مقایسه با جهت میدان الکتریکی چگونه است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

(۱) -10^{-5} و در خلاف جهت میدان

(۲) $+10^{-5}$ و در خلاف جهت میدان

(۳) $+10^{-5}$ و در جهت میدان

(۴) -10^{-5} و در جهت میدان



اگر انرژی پتانسیل الکتریکی بار q ، در نقاط A و B به ترتیب $U_A = 0.9 \text{ mJ}$ و $U_B = 1.2 \text{ mJ}$ و پتانسیل الکتریکی نقاط A و B به ترتیب $V_A = 90 \text{ V}$ و $V_B = 70 \text{ V}$ باشد، آنگاه q بر حسب میکروکولن کدام است؟

(۱) -15

(۲) 25

(۳) 15

(۴) -25



ذره‌ای به جرم $4\mu\text{g}$ و بار 5nC در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطه A تا نقطه B فقط تحت تأثیر میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود و سرعت آن از 10 m/s به 20 m/s می‌رسد. $V_B - V_A$ چند ولت است؟ (تجربی ۱۴۰۲)

(۱) -120

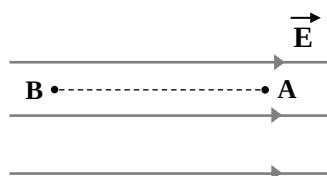
(۲) -60

(۳) 60

(۴) 120



ذره‌ای با بار الکتریکی $q < 0$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت از نقطه A تا B در راستای میدان جابه‌جا می‌شود. کدام مورد الزاماً درست است؟ (تجربی ۱۴۰۲)



(۱) کار نیروی میدان الکتریکی روی ذره منفی است

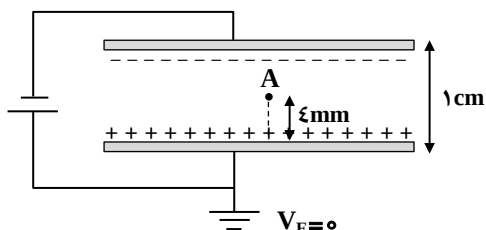
(۲) کار نیروی میدان الکتریکی روی ذره مثبت است

(۳) انرژی جنبشی ذره کاهش می‌یابد

(۴) انرژی جنبشی ذره افزایش می‌یابد



دو صفحه رسانای موازی با ابعاد بزرگ را مطابق شکل زیر به یک باتری وصل کرده‌ایم. پتانسیل نقطه A چند ولت است؟ (تجربی ۱۳۹۹)



(۱) -48

(۲) -32

(۳) $+32$

(۴) $+48$

چگالی سطحی بار

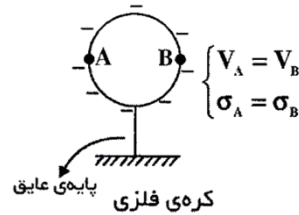
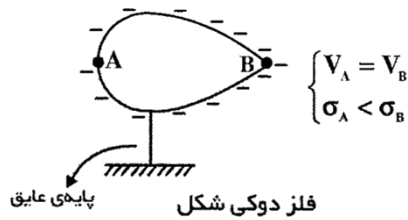
$$\sigma = \frac{q}{A} \quad \left(\frac{C}{m^2} \right)$$

این کمیت نشانگر تراکم بار الکتریکی موجود روی سطح یک رسانا می باشد:

نکته



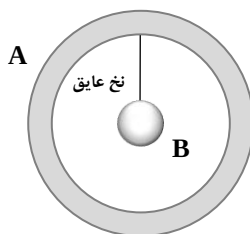
چگالی سطحی در نقاط نوک تیز یک رسانای فلزی بیش از بقیه نقاط است ولی در اجسام همگن مانند کره فلزی در تمام نقاط یکسان است.



به کره رسانایی با شعاع ۱۰ cm مقدار ۲۰ μC بار مثبت می‌دهیم. چگالی سطحی بار الکتریکی چند $\frac{\mu C}{m^2}$ است؟



در شکل زیر، بار پوسته رسانای A برابر با ۶ μC - و بار کره رسانای B برابر با ۱۰ μC است. اگر نخ عایق پاره شود، بار پوسته A و کره B بعد از پاره شدن نخ به ترتیب از راست به چپ چند میکروکولن می‌شود؟



(۱) $q_B = 2 \mu C$ و $q_A = 2 \mu C$

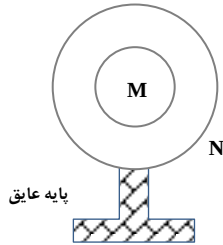
(۲) $q_B = 0$ و $q_A = 4 \mu C$

(۳) $q_B = 0$ و $q_A = 16 \mu C$

(۴) $q_B = 8 \mu C$ و $q_A = 8 \mu C$



مطابق شکل زیر، در داخل پوسته فلزی کروی شکل N با بار الکتریکی $-2\mu\text{C}$ ، کره رسانای باردار M با بار الکتریکی $+8\mu\text{C}$ توسط نخ عایقی آویزان شده است. اگر کره M را با پوسته کروی N تماس دهیم، بار الکتریکی کره و پوسته کروی کدام خواهد شد؟



(۱) $q_M = q_N = +3\mu\text{C}$

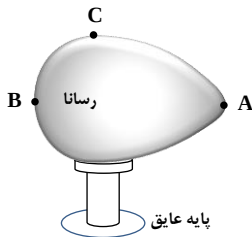
(۲) $q_M = +8\mu\text{C}$ و $q_N = -2\mu\text{C}$

(۳) $q_M = 0$ و $q_N = +8\mu\text{C}$

(۴) $q_M = 0$ و $q_N = -8\mu\text{C}$



در شکل زیر، مقدار بار الکتریکی به جسم رسانا منتقل می‌کنیم. بعد از ایجاد تعادل، تراکم بارهای الکتریکی در کدام نقطه از سطح جسم رسانای باردار بیشتر است؟



(۱) A

(۲) B

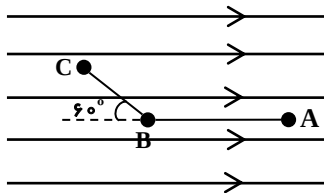
(۳) C

(۴) در هر سه نقطه یکسان است



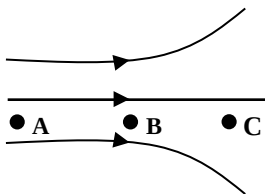
بیشتر تمرین کنید

۱. مطابق شکل، در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $\frac{5 \times 10^5}{C} N$ ، بار الکتریکی $q = +4 \mu C$ را در مسیر ABC از نقطه A تا نقطه C جابه‌جا می‌کنیم. در این جابه‌جایی انرژی پتانسیل الکتریکی این بار چند ژول تغییر می‌کند؟ $(BC = 4 \text{ cm}, AB = 8 \text{ cm}, \cos 60^\circ = \frac{1}{2})$



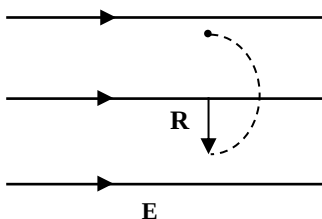
- (۱) -۲
(۲) -۰/۴
(۳) ۲
(۴) ۰/۴

۲. در شکل داده‌شده، تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار q از B تا A برابر $2 \mu J$ است. تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار q از نقطه C تا B کدام گزینه می‌تواند باشد؟ $(AB = BC)$



- (۱) $-1/5 \mu J$
(۲) $+2 \mu J$
(۳) $-2 \mu J$
(۴) $+1/5 \mu J$

۳. مطابق شکل، می‌خواهیم بار الکتریکی مثبت q را روی مسیر نیم‌دایره‌ای نشان داده‌شده درون میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}$ به اندازه 90° درجه به شکل دلخواه دوران دهیم. حداقل و حداکثر اندازه تغییرات انرژی پتانسیل الکتریکی بار در این جابه‌جایی به ترتیب کدام است؟



- (۱) صفر، EqR
(۲) صفر، $\frac{EqR}{2}$
(۳) EqR ، $\frac{EqR}{2}$
(۴) $\frac{\sqrt{3}EqR}{2}$ ، $\frac{EqR}{2}$

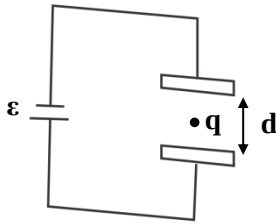
۴. در یک خازن تخت با میدان الکتریکی $1000 \cdot \frac{V}{m}$ ، الکترونی از حالت سکون و از مجاور صفحه منفی شتاب می‌گیرد و با تندی $10^7 \frac{m}{s}$ به صفحه مقابل می‌رسد. فاصله دو صفحه از هم کدام است؟ (جرم الکترون $9.1 \times 10^{-31} \text{ gr}$ و بار آن $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ است.)

- (۱) $2/84 \text{ m}$
(۲) $2/84 \text{ cm}$
(۳) $28/4 \text{ cm}$
(۴) $2/84 \text{ mm}$

۵. ذره‌ای با بار الکتریکی q و جرم m و ذره دیگری با بار q' و جرم $2m$ در داخل یک میدان الکتریکی خارجی به‌طور هم‌زمان رها می‌شوند و از حالت سکون شروع به حرکت می‌کنند. اگر پس از t ثانیه انرژی جنبشی دو ذره برابر باشد، نسبت $\frac{q'}{q}$ کدام است؟ (به‌جز نیروی حاصل از میدان الکتریکی، نیروی دیگری به بارها وارد نمی‌شود).

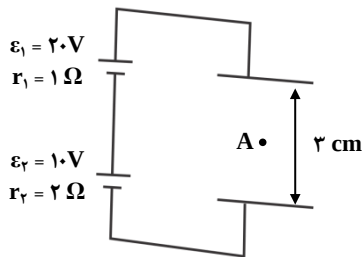
- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) $\sqrt{2}$

۶. در شکل مقابل، ذره‌ای با بار q و جرم m بین دو صفحه رسانای موازی در حال تعادل است. اگر فاصله بین دو صفحه را ۲۵ درصد کاهش دهیم، این ذره با چه شتابی و به کدام جهت حرکت می‌کند؟



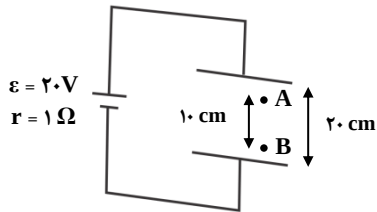
- (۱) $\frac{3}{4}g$ ، بالا (۲) $\frac{3}{4}g$ ، پایین
(۳) $\frac{g}{3}$ ، بالا (۴) $\frac{g}{3}$ ، پایین

۷. در خازن مقابل، میدان الکتریکی در نقطه A واقع در بین دو صفحه موازی چند نیوتن بر کولن است؟



- (۱) ۲۰۰ (۲) ۵۰۰ (۳) ۱۰۰۰ (۴) ۲۰۰۰

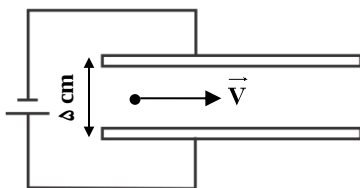
۸. در شکل زیر، ذره‌ای با بار $8 \times 10^{-19} C$ در بین دو صفحه موازی از A تا B منتقل می‌شود. در این انتقال:



- (۱) انرژی پتانسیل آن ۵۰ الکترون‌ولت کاهش می‌یابد
(۲) انرژی پتانسیل آن ۵۰ الکترون‌ولت افزایش می‌یابد
(۳) انرژی پتانسیل آن ۱۰۰ الکترون‌ولت افزایش می‌یابد
(۴) انرژی پتانسیل آن ۱۰۰ الکترون‌ولت کاهش می‌یابد

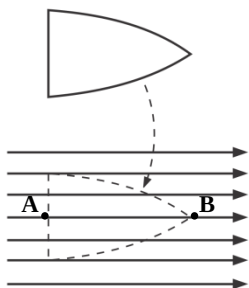
۹. در شکل روبه‌رو، یک ذره با بار الکتریکی $25 \mu C$ و جرم ۴۰ میلی‌گرم با تندی ثابت از بین دو صفحه رسانای

موازی به‌طور افقی عبور می‌کند. اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه رسانا چند ولت است؟ ($g = 10 \frac{m}{s^2}$)



- (۱) ۰/۸ (۲) ۰/۴ (۳) ۱/۶ (۴) ۳/۲

۱۰. مطابق شکل، جسم فلزی را درون میدان الکتریکی یکنواختی قرار می‌دهیم. پس از برقراری تعادل الکتروستاتیکی، کدام مقایسه در مورد اندازه میدان الکتریکی (E) و پتانسیل الکتریکی (V) در نقاط A و B صحیح است؟ A و B نقاط نزدیک به سطح جسم در میدان الکتریکی هستند.



$$E_A = E_B, V_A = V_B \quad (۱)$$

$$E_A < E_B, V_A = V_B \quad (۲)$$

$$E_A = E_B, V_A > V_B \quad (۳)$$

$$E_A < E_B, V_A > V_B \quad (۴)$$

پاسخنامه کلیدی



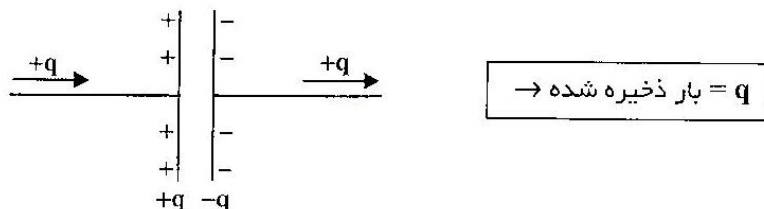
۳.۱	۴.۲	۱.۳	۳.۴	۴.۵
۳.۶	۳.۷	۱.۸	۱.۹	۴.۱۰

نکته های بیشتر



❖ خازن

وسيله‌ای است برای ذخیره بار و انرژی پتانسیل الکتریکی که از دو صفحه فلزی موازی تشکیل می‌شود.
 ☑ بار ذخیره شده روی یک خازن: برابر است با مقدار بار وارد شده به یک صفحه یا خارج شده از صفحه دیگر خازن.



❖ قانون فاراد

نسبت بار ذخیره شده روی یک خازن به اختلاف پتانسیل دو سر خازن همواره عدد ثابتی است که به ساختمان خازن مورد نظر بستگی دارد و به q و V وابسته نیست و به آن ظرفیت خازن گفته می‌شود.

$$C = \frac{q}{V}, \quad C = K \epsilon_0 \frac{A}{d} \rightarrow \text{مساحت مشترک}$$

ضریب دی الکتریک

● تذکر: ضریب دی الکتریک (k) برای هوا و خلأ عدد یک است و برای دیگر عایق‌ها از ۱ بیش‌تر است. پس با وارد کردن یک عایق به فضای بین دو صفحه خازن، ظرفیت آن افزایش می‌یابد.

تذکر

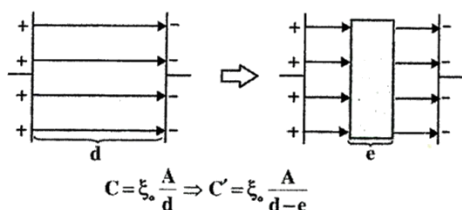
ضریب دی الکتریک (k) برای هوا و خلأ عدد یک است و برای دیگر عایق‌ها از ۱ بیش‌تر است. پس با وارد کردن یک عایق به فضای بین دو صفحه خازن، ظرفیت آن افزایش می‌یابد.

چند نکته اساسی

(۱) خازن وسیله‌ای است برای تولید میدان الکتریکی یکنواخت به جز دو انتهای صفحات.

$$E = \frac{V}{d} = \frac{q}{C \cdot d} = \frac{q}{K \epsilon_0 \frac{A}{d} \times d} = \frac{\sigma}{K \epsilon_0} \rightarrow \text{خازن (جوشن‌ها)}$$

(۲) اگر بین صفحات یک خازن یک فلز رسانا با پهنای (e) وارد کنیم، ظرفیت خازن افزایش یافته و خواهیم داشت:



$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \Rightarrow C' = \epsilon_0 \frac{A}{d-e}$$



اگر فاصله بین صفحات خازن تختی را نصف کنیم و بین صفحات را با کاغذ ($K=3/5$) پر کنیم، ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

$$\frac{3/5}{4} (4)$$

$$14 (3)$$

$$7 (2)$$

$$1/75 (1)$$

نکته



در رابطه $(C = k\epsilon_0 \frac{A}{d})$ ، A مساحت مشترک دو صفحه است یعنی مساحتی از قسمت فلزی دو صفحه که درست روبروی هم قرار داشته و مقابل هم را پر کرده‌اند.



اگر یکی از صفحات خازنی را از وسط 90° به بیرون خم کنیم و نیمی از فضای بین آنها را $(\frac{d}{2})$ یک صفحه فلزی قرار داده و بقیه فضا را با یک عایق با ضریب $(k=3)$ پر کنیم ظرفیت خازن چند برابر خواهد شد؟ (در ابتدا بین صفحات هوا بوده است.)

$$12 (4)$$

$$6 (3)$$

$$3 (2)$$

$$\frac{3}{2} (1)$$

نکته بسیار مهم



اگر خازن به مولد متصل باشد، اختلاف پتانسیل (V) دو سر خازن ثابت می‌ماند و اگر خازن پر شده را از مولد جدا کنید و به جایی متصل نباشد، بار الکتریکی ذخیره شده (q) ثابت می‌ماند.



خازنی که بین صفحات آن هوا وجود دارد به یک مولد متصل است. اگر فاصله صفحات را نصف کنیم، ظرفیت، اختلاف پتانسیل و بار ذخیره شده به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

$$\frac{1}{2}, 1, 2 (4)$$

$$2, 1, 2 (3)$$

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} (2)$$

$$2, 2, 2 (1)$$

❖ انرژی ذخیره شده در خازن

☑ در خازن انرژی پتانسیل الکتریکی با سه رابطه زیر ذخیره می شود:

$$U = \frac{1}{2} C \cdot V^2 = \frac{q^2}{2C} = \frac{1}{2} q \cdot V$$



بین صفحات خازنی، هوا داریم و به جای آن یک عایق با ضریب $k = 2$ وارد می نماییم. در هر یک از حالات

زیر تعیین کنید C , q , V و U چند برابر خواهند شد؟

الف) خازن به منبع متصل بماند.

ب) خازن شارژ شده را قبل ورود عایق از منبع جدا کنیم.



خازنی به یک باتری که ولتاژ آن قابل تنظیم است، متصل است. اگر ولتاژ دو سر خازن از $20V$ به $15V$ برسد،

انرژی ذخیره شده در آن چند برابر می شود؟ (تهرانی قارچ ۱۳۹۸)

$$\frac{2}{3} \quad (2)$$

$$\frac{3}{4} \quad (1)$$

$$\frac{3}{16} \quad (4)$$

$$\frac{9}{16} \quad (3)$$



بار خازنی به ظرفیت $5\mu F$ ، 25% درصد افزایش می یابد و در اثر آن، $90\mu J$ به انرژی ذخیره شده در خازن

افزوده می شود. ولتاژ اولیه دو سر خازن چند ولت بوده است؟ (ریاضی ۱۳۹۸)

$$8 \quad (1)$$

$$12/5 \quad (2)$$

$$20 \quad (3)$$

$$25 \quad (4)$$



با تخلیه قسمتی از بار الکتریکی یک خازن پر شده اختلاف پتانسیل دو سر آن ۸۰ درصد کاهش می‌یابد.

انرژی این خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟ (ریاضی ۱۳۹۴)

(۱) ۴۰

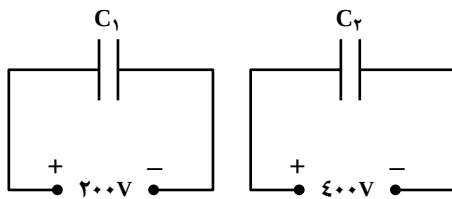
(۲) ۶۴

(۳) ۸۰

(۴) ۹۶



در مدارهای زیر، انرژی خازن C_1 ، ۲۰ درصد انرژی خازن C_2 است. $\frac{C_2}{C_1}$ چقدر است؟ (ریاضی فارج ۱۳۹۷)



(۱) $\frac{5}{8}$

(۲) $\frac{4}{5}$

(۳) $\frac{5}{4}$

(۴) $\frac{8}{5}$



اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر خازنی ۱۰ درصد کاهش یابد، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در آن

هر کدام چند درصد (به ترتیب از راست به چپ) کاهش می‌یابند؟ (تجربی فارج ۱۴۰۰)

(۱) ۱۹ و ۱۰

(۲) ۱۹ و ۱۹

(۳) ۱۰ و ۱۰

(۴) ۱۰ و ۱۹



ظرفیت خازنی $2\mu\text{F}$ است. اختلاف پتانسیل بین دو صفحه آن را ۱ ولت افزایش می‌دهیم؛ انرژی آن $J \times 10^{-6}$ افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل اولیه این خازن چند ولت بوده است؟ (تجربی فارغ ۱۳۹۹)

- (۱) ۵
- (۲) ۴
- (۳) ۳
- (۴) ۲



با کاهش بار الکتریکی یک خازن، چه کسری از انرژی آن را کاهش دهیم تا اختلاف پتانسیل الکتریکی آن $\frac{3}{4}$ اختلاف پتانسیل اولیه آن شود؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

- (۱) $\frac{1}{4}$
- (۲) $\frac{3}{4}$
- (۳) $\frac{7}{16}$
- (۴) $\frac{9}{16}$



بار خازنی به ظرفیت $25\mu\text{F}$ ، $\frac{5}{4}$ برابر می‌شود و در اثر آن $4/5\mu\text{J}$ انرژی ذخیره شده در آن افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل دو سر خازن چند ولت تغییر می‌کند؟ (تجربی فارغ ۱۴۰۲)

- (۱) ۲
- (۲) $0/2$
- (۳) ۶
- (۴) $0/6$



ظرفیت خازنی $40 \mu F$ است. اگر بار الکتریکی آن $\frac{3}{4}$ برابر شود انرژی ذخیره شده در آن $25 \mu J$ افزایش می یابد. بار

اولیه خازن چند میکروکولن است؟ (تجربی ۱۴۰۲)

(۱) ۴۰

(۲) ۶۰

(۳) ۸۰

(۴) ۱۲۰



اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر یک خازن 25 میکروفارادی را 20 درصد افزایش می دهیم و 50 میکروکولن بر بار الکتریکی ذخیره شده در آن اضافه می شود. در این شرایط، انرژی خازن چند میلی ژول می شود؟ (ریاضی فارغ ۱۴۰۲)

(۱) ۳۶۰

(۲) $3/6$

(۳) ۱۸۰

(۴) $1/8$



اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازن را $1/5$ برابر می‌کنیم. در نتیجه $20\mu\text{C}$ بر بار ذخیره شده در آن اضافه می‌شود و انرژی آن نیز $200\mu\text{C}$ افزایش می‌یابد. ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟ (ریاضی ۱۳۹۹)

۵ (۱)

۱۰ (۲)

۱۵ (۳)

۲۰ (۴)



ظرفیت خازنی $12\mu\text{F}$ و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحه آن V_1 است. اگر $6\mu\text{C}$ بار الکتریکی را از صفحه منفی آن به صفحه مثبت انتقال دهیم، انرژی ذخیره شده در آن $28/5\mu\text{J}$ کاهش می‌یابد. V_1 چند ولت است؟ (ریاضی ۱۳۹۹)

۵ (۱)

۱۰ (۲)

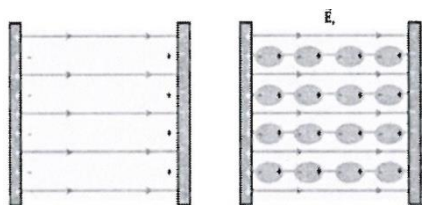
۱۵ (۳)

۲۰ (۴)

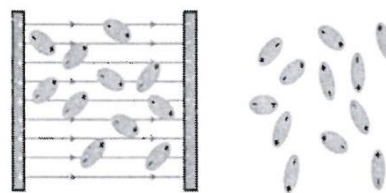
◆ اثر دی الکتریک در افزایش ظرفیت خازن

۱) قطبی ➔ به طور کلی دی الکتریک باعث افزایش ظرفیت خازن می شود، در اینجا عملکرد دی الکتریک های قطبی بررسی می شود:

مولکول های قطبی در زمان عدم حضور میدان الکتریکی، جهت گیری منظمی ندارند. اما به محض قرار گرفتن در یک میدان الکتریکی، تمایل دارند با میدان الکتریکی خارجی هم سو شوند.

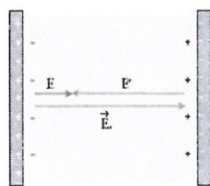


ب) این قطبیدگی، بارهایی را روی دو وجه دی الکتریک ایجاد می کند که موجب تضعیف میدان الکتریکی خارجی می شود. (به کم شدن تراکم خطوط میدان توجه کنید.)



الف) مولکول های دو قطبی در حضور میدان الکتریکی خارجی $\vec{E}_0$ هم ردیف شده اند.

زمانی که مولکول های قطبی در جهت میدان، جهت می گیرند، میدان الکتریکی $\vec{E}'$ حاصل از بارهای سطحی مولکول های قطبی میدان الکتریکی خارجی یعنی، $\vec{E}'_0$ را کاهش داده و میدان الکتریکی $\vec{E}$ حاصل می شود که سوی آن در جهت و مقدار آن از $\vec{E}'_0$ می باشد.



پ) در واقع میدان الکتریکی $\vec{E}'$ حاصل از بارهای سطحی در خلاف جهت میدان الکتریکی $\vec{E}_0$ است. میدان الکتریکی برآیند $\vec{E}$ که همان میدان خازن در حضور دی الکتریک است، در جهت $\vec{E}_0$ و کوچکتر از آن شده است.

بنابراین از دیدگاه میکروسکوپی واضح است که هنگام جدا کردن یک خازن از باتری و با افزودن دی الکتریک بین صفحات، اندازه میدان الکتریکی کاهش یافته و با توجه به رابطه $E = \frac{V}{d}$ با ثابت ماندن d کاهش E و V کاهش خواهند یافت. در نهایت با توجه به رابطه $C = \frac{q}{V}$ و ثابت ماندن q ، ظرفیت C افزایش می یابد.



چرا هم ردیفی مولکول های دو قطبی پس از قرار گرفتن در یک میدان الکتریکی خارجی، کامل نمی شود؟
پاسخ ➔ زیرا مولکول ها بر اثر حرکت کاتوره ای گرمایی خود، مدام به یک دیگر برخورد می کنند.



چگونه می توان هم ردیفی مولکول های دو قطبی را کامل تر کرد؟
پاسخ ➔ با افزایش بزرگی میدان الکتریکی اعمال شده یا کاهش دما این هم ردیفی کامل تر می شود.



چند مورد از گزاره‌های زیر درست می‌باشد؟

- (الف) خازن‌ها بر خلاف باتری‌ها، انرژی را با آهنگ بسیار زیادی به مدار می‌دهند.
- (ب) به طور کلی دی الکتریک باعث افزایش ظرفیت خازن می‌شود.
- (ج) قرار دادن یک ماده الکتریک (رسانا) همانند دی الکتریک (نارسانا) باعث افزایش ظرفیت خازن می‌شود.
- (د) دی الکتریک‌ها به دو دسته قطبی و ناقطبی تقسیم‌بندی می‌شوند.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)



با توجه به دی الکتریک‌های قطبی، چند مورد از موارد زیر نادرست می‌باشد؟

- (الف) مولکول‌های قطبی پس از قرار گرفتن در یک میدان الکتریکی خارجی با میدان خارجی هم‌سو می‌شوند.
- (ب) میدان الکتریکی حاصل از مولکول‌های قطبی، میدان الکتریکی خارجی را تقویت کرده و باعث افزایش ولتاژ دو سر خازن می‌شود.
- (ج) هم ردیفی مولکول‌های دو قطبی پس از قرار گرفتن در یک میدان الکتریکی خارجی به دلیل وجود حرکت کاتوره‌ای گرمایی خود، کامل نمی‌شود.
- (د) افزایش بزرگی میدان الکتریکی خارجی و افزایش دما به کامل تر شدن هم ردیفی مولکول‌های دو قطبی کمک می‌کند.

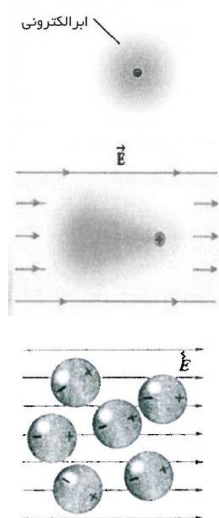
۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

۲) غیرقطبی ➔ دی الکتریک‌های غیر قطبی در یک میدان الکتریکی خارجی، بر اثر پدیده القا قطبیده می‌شوند. وظیفه میدان الکتریکی خارجی این است که ابر الکترونی را در خلاف جهت خطوط جابه‌جا می‌کند و تراکم بار منفی در نزدیکی صفحه مثبت بیشتر تر شده و مولکول قطبیده می‌شود. پس از این لحظه، دوباره اتفاقات مولکول‌های قطبی تکرار می‌شود. **الف)** در نبود میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق اند.



ب) در حضور میدان الکتریکی، مرکز بارهای مثبت و منفی از هم جدا می‌شود و ابر الکترونی در خلاف جهت میدان جابه‌جا می‌شود.

پ) با جابه‌جا شدن ابر الکترونی، دو قطبی‌های الکتریکی تشکیل می‌شوند.



با توجه به دی الکتریک‌های ناقطبی، چند مورد از عبارات‌های زیر درست است؟

- الف)** دی الکتریک‌های ناقطبی، در اثر پدیده القا، قطبیده می‌شوند.
- ب)** در نبود میدان الکتریکی خارجی، مرکز بارهای مثبت و منفی مولکول ناقطبی بر هم منطبق اند.
- ج)** در حضور میدان الکتریکی خارجی، ابر الکترونی مولکول ناقطبی دی الکتریک در جهت میدان الکتریکی جابه‌جا می‌شود.
- د)** تراکم بار منفی ابر الکترونی در نزدیکی صفحه منفی بیشتر است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

❖ فرو ریزش (فرو شکست) الکتریکی خازن

هنگامی که اختلاف پتانسیل دو سر خازن افزایش می‌یابد، به تبع بار الکتریکی ذخیره‌شده در آن افزایش می‌یابد. اگر بار الکتریکی ذخیره‌شده در خازن، از یک مقدار معین بیشتر شود، یک میدان الکتریکی بسیار قوی بین دو صفحه ایجاد می‌شود.

❖ پدیده فرو ریزش الکتریکی

میدان الکتریکی بسیار قوی ایجاد شده بین صفحات خازن باعث می‌شود که دی الکتریک موجود بین دو صفحه به طور موقت تبدیل به یک رسانا شود. در نتیجه با ایجاد جرقه بین دو صفحه، خازن بار اضافی خود را تخلیه می‌کند.

♦ پتانسیل فرو ریزشی الکتریکی

به حداکثر پتانسیل قابل تحمل یک خازن، پتانسیل فرو ریزشی می گویند.

نکته



پدیده فرو ریزش باعث تغییر ماهیت یا سوراخ شدن دی الکتریک جامد و حتی سوختن خازن می شود.

♦ قدرت دی الکتریک

به حداکثر میدان الکتریکی که یک دی الکتریک می تواند بدون فرو ریزش تحمل کند؛ قدرت دی الکتریک می گویند.

نکته



واحد قدرت دی الکتریک مثل میدان الکتریکی است. ولی معمولاً به صورت $\frac{Kv}{mm}$ (کیلو وات بر میلی متر) بیان می شود که شما موظفید به $\frac{v}{m}$ (ولت بر متر) تبدیل واحد کنید.



در فرو ریزش الکتریکی

- (۱) قطبیدگی اتم های دی الکتریک به حالت اشباع می رسد.
- (۲) غیر یکنواختی میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن، افزایش می یابد.
- (۳) بار الکتریکی صفحه ها به قدری زیاد می شود که مقداری بار در فضای بین دو صفحه حرکت کاتوره ای انجام می دهند.
- (۴) میدان الکتریکی بین دو صفحه خازن به حدی می رسد که دی الکتریک به طور موقت، رسانا می شود.



فاصله بین صفحات یک خازن 2×10^{-1} است. فضای بین صفحات آن را با صفحه کاغذی به قدرت دی الکتریک $16 \frac{Kv}{mm}$ پر می کنیم. پتانسیل فرو ریزش الکتریکی این خازن چند ولت است؟ (کتاب درسی)



بیشتر تمرین کنید

۱. ۶۰ درصد از بار الکتریکی یک خازن پر شده را تخلیه می‌کنیم. انرژی الکتریکی ذخیره شده در این خازن چند درصد کاهش می‌یابد؟

۶۴ (۴)

۳۶ (۳)

۸۴ (۲)

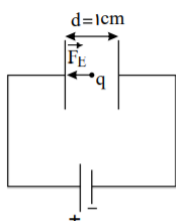
۱۶ (۱)

۲. اگر فاصله بین صفحات خازن تختی که به مولدی متصل است را $\frac{1}{4}$ حالت اولیه کنیم، بار الکتریکی و انرژی ذخیره شده در خازن به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

۴ و ۴ (۴)

 $\frac{1}{4}$ و ۴ (۳)۴ و $\frac{1}{4}$ (۲) $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{4}$ (۱)

۳. در شکل زیر، یک ذره با بار q در میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه یک خازن تخت به ظرفیت $C = 2\mu F$ و متصل به باتری قرار داده می‌شود. فاصله بین دو صفحه خازن برابر با $d = 1\text{cm}$ ، دی‌الکتریک بین صفحات آن هواست و اندازه بار الکتریکی ذخیره شده روی صفحات خازن $20\mu C$ است. اگر نیروی الکتریکی وارد بر بار q از سوی میدان الکتریکی به سمت چپ و اندازه آن برابر با 0.1N باشد، بار q چند میکروکولن است؟



۱ (۱)

-۱ (۲)

۱۰ (۳)

-۱۰ (۴)

۴. ظرفیت یک خازن با دی‌الکتریک هوا برابر $4\mu F$ است. اگر فاصله بین صفحه‌های خازن را ۲ برابر و فضای میان دو صفحه را با یک ماده عایق به طور کامل پر کنیم، ظرفیت خازن به $12\mu F$ می‌رسد. ثابت دی‌الکتریک ماده عایق کدام است؟

۸ (۴)

۶ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

۵. در خازنی تخت که دی‌الکتریک آن هواست، مساحت هر کدام از صفحات آن برابر با 40cm^2 و فاصله آنها از یکدیگر 4cm است. بار الکتریکی Q را ذخیره کرده‌ایم. اگر یک ذره باردار به جرم 20mg و بار الکتریکی $q = +10\mu C$ را از مجاورت صفحه مثبت این خازن رها سازیم، این ذره با تندی $50\frac{\text{km}}{\text{s}}$ به صفحه مقابل می‌رسد. مقدار بار ذخیره شده در

خازن (Q) چند میلی‌کولن است؟ (از نیروی وزن و هرگونه اتلاف انرژی صرف نظر شود و $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$)

۲۲ (۴)

۲/۲ (۳)

۰/۲۲ (۲)

۱/۲ (۱)

۶. اختلاف پتانسیل بین دو صفحه خازنی را از $10V$ به $20V$ افزایش می‌دهیم. اگر با این عمل $300 \mu J$ انرژی بر انرژی ذخیره‌شده در خازن افزوده شود، ظرفیت خازن چند میکروفاراد است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۷. خازن تختی که فضای بین صفحات آن هواست به باتری متصل و پر شده است و انرژی آن در این حالت U می‌باشد. اگر بدون جداکردن آن از باتری، فضای بین صفحات خازن را با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک K به‌طور کامل پر کنیم، انرژی الکتریکی ذخیره‌شده در خازن U' می‌شود، ولی اگر خازن را ابتدا از باتری جدا کنیم و سپس فضای بین صفحات آن را با ماده‌ای با ثابت دی‌الکتریک K به‌طور کامل پر کنیم، انرژی ذخیره‌شده در آن U'' می‌شود. حاصل $\frac{U''}{U'}$ کدام است؟

- (۱) $\frac{1}{K}$ (۲) K (۳) K^2 (۴) $\frac{1}{K^2}$

۸. دو سر خازن تختی با دی‌الکتریک هوا به اختلاف پتانسیل 200 ولت متصل است و در آن $1/8 J$ انرژی الکتریکی ذخیره شده است. اگر در این حالت فضای بین صفحات خازن را به‌طور کامل با عایقی با ثابت دی‌الکتریک $K=2$ پر کنیم، بار الکتریکی ذخیره‌شده در خازن چند میلی‌کولن می‌شود؟

- (۱) ۳۶ (۲) ۷۲ (۳) ۳۶۰ (۴) ۷۲۰

۹. خازنی با دی‌الکتریک هوا از دو صفحه رسانای موازی هر یک به مساحت 40 cm^2 و به فاصله 1 mm از هم تشکیل شده است و اختلاف پتانسیل دو سر آن 600 ولت است. ظرفیت خازن برحسب فاراد و بار خازن برحسب کولن به ترتیب

از راست به چپ کدام است؟ $(\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N.m^2})$

- (۱) $3/6 \times 10^{-11}$ ، $2/16 \times 10^{-8}$ (۲) $3/6 \times 10^{-11}$ ، $2/16 \times 10^{-8}$
(۳) $3/6 \times 10^{-10}$ ، $2/16 \times 10^{-9}$ (۴) $3/6 \times 10^{-10}$ ، $2/16 \times 10^{-9}$

۱۰. مساحت صفحات خازن تختی را که دی‌الکتریک آن هواست نصف و فاصله بین دو صفحه آن را ۳ برابر می‌کنیم. اگر فضای بین دو صفحه را با دی‌الکتریک به ثابت $4/5$ پر کنیم، ظرفیت خازن چند برابر می‌شود؟

- (۱) $\frac{1}{3}$ (۲) $\frac{1}{2}$ (۳) $\frac{2}{3}$ (۴) $\frac{3}{4}$



پاسخنامه کلیدی



- | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|
| ۲.۵ | ۳.۴ | ۴.۳ | ۴.۲ | ۲.۱ |
| ۴.۱۰ | ۱.۹ | ۱.۸ | ۴.۷ | ۲.۶ |



نکته های بیشتر

جریان الکتریکی



در فصل الکتریسیته ساکن به بررسی بار در حال سکون پرداختیم. در این فصل به جریان الکتریکی

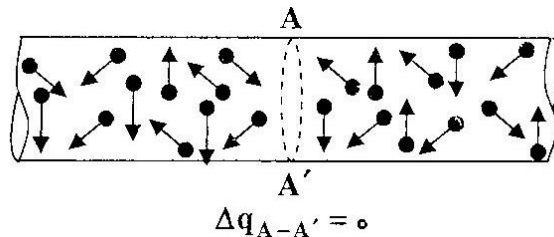


می‌پردازیم که با شارش خالص بار الکتریکی از یک ناحیه به ناحیه دیگر به وجود می‌آید.

جسم رسانا در دو وضعیت مورد بررسی قرار می‌گیرد.

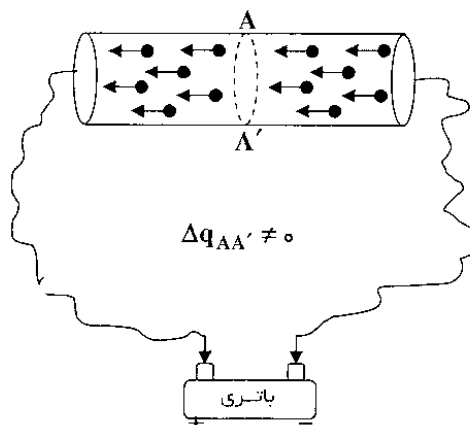
الف) جسم در تعادل الکترواستاتیکی (نبود اختلاف پتانسیل)

هنگامی که جسم در تعادل الکترواستاتیکی است، پتانسیل تمام نقاط آن با هم برابر است و الکترون‌های آزاد با تندی در حدود $10^6 \frac{m}{s}$ به صورت کاتوره‌ای در تمام جهت‌ها در حال حرکتند و چون اختلاف پتانسیلی وجود ندارد، نیرویی نیز به الکترون‌ها وارد نمی‌شود و الکترون‌ها به حرکت کاتوره‌ای خود ادامه می‌دهند و در این حالت شارش خالص بار از هر مقطع رسانا نداریم یعنی اگر در یک بازه زمانی، n الکترون به سمت چپ حرکت کنند، n الکترون نیز به سمت راست حرکت کرده‌اند.

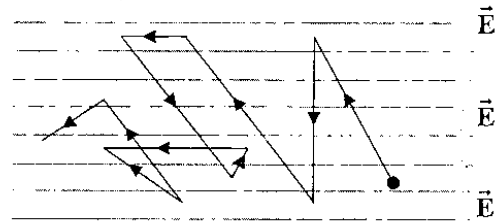


ب) وجود اختلاف پتانسیل الکتریکی

به این منظور از یک منبع تولید کننده اختلاف پتانسیل الکتریکی (باتری) استفاده می‌کنیم. در این صورت میدان الکتریکی درون رسانا ایجاد شده و حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها را قدری منظم می‌کند و آنها را با سرعتی موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان سوق می‌دهد که این سرعت موجب تولید شارش خالص بار شده و جریان الکتریکی تولید می‌شود.



جهت جریان میدان الکتریکی

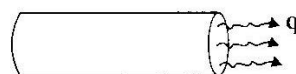


✓ مسیر زیگزاگ حرکت یک الکترون در یک رسانای فلزی در حضور میدان الکتریکی، این مسیر در خلاف جهت میدان الکتریکی سوق می‌یابد.

تعریف جریان و مقاومت

جریان الکتریکی به مقدار شارش بار الکتریکی از مقطع یک رسانا در واحد زمان، جریان الکتریکی می‌گوییم.

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (\text{آمپر} = \frac{\text{کولن}}{\text{ثانیه}})$$



$$I_{\text{لحظه ای}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt} \quad I_{\text{لحظه ای}} = \bar{I}$$

اگر جریان ثابت باشد:



جریان عبوری از یک لامپ رشته‌ای 0.32 A است. در مدت ۱۰ ثانیه چه تعداد الکترون از داخل لامپ عبور می‌کند؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)

نکته



- (۱) در واقع جریان الکتریکی، حرکت الکترون است، اما در علم الکتریسیته حرکت پروتون جریان فرض می‌شود!!
- (۲) جهت جریان همواره از نقطه‌ای با پتانسیل بیش‌تر به نقطه‌ای با پتانسیل کم‌تر خواهد بود.
- (۳) مساحت زیر نمودار $I-t$ همان بار شارش یافته از رسانا خواهد بود.



آمپر ساعت نوعی باتری 500 mAh است. اگر این باتری در مدت ۵ ساعت به طور کامل تخلیه شود، به طور متوسط چند آمپر جریان از مدار عبور می‌کند؟

$$2/5 \text{ A} \quad (۴)$$

$$0.1 \text{ A} \quad (۳)$$

$$1 \text{ A} \quad (۲)$$

$$5 \text{ A} \quad (۱)$$

نکته



جریان الکتریکی یک کمیت اصلی است و واحد آن A است. طبق رابطه $q = It$ می‌توان واحدهای زیر را برای بار الکتریکی تعریف کرد:

$$\begin{cases} q = A \cdot s = 1 \text{ C} \\ q = A \cdot h = 3600 \text{ A} \cdot s = 3600 \text{ C} \end{cases}$$

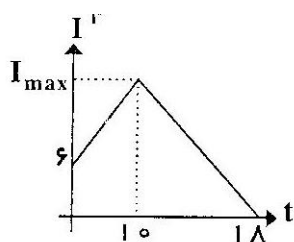
نکته



آمپر ساعت یک باتری به معنای بیشترین مقدار باری است که باتری می تواند بدهد تا کامل تخلیه شود.



با توجه به شکل مقابل، اگر شدت جریان متوسط عبوری از یک رسانا در مدت ۱۸ S برابر $A \frac{20}{3}$ باشد، بیشینه جریان عبوری از این رسانا در این مدت چند آمپر است؟



۸ (۱)

۱۰ (۲)

۱۲ (۳)

۱۴ (۴)

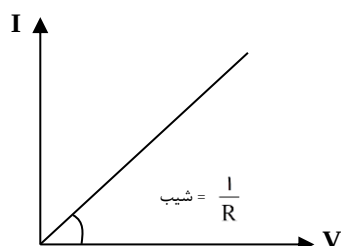
❖ قانون اهم

در برخی رساناها در دمای ثابت جریان الکتریکی (I) تابع خطی از اختلاف پتانسیل (V) است و می‌گوییم این رساناها تابع قانون اهم می‌باشند یا به اختصار، رسانای اهمی هستند.

$$I \propto V \Rightarrow I = \frac{1}{R} V$$

بدیهی است در رسانای اهمی ضریب تناسب $\frac{1}{R}$ تابع V نمی‌باشد و از رسم نمودار $I - V$ یک خط راست به‌دست می‌آید که

شیب آن $\frac{1}{R}$ است.



تذکر



فلزات رسانای اهمی می‌باشند (اما در این کتاب فقط با رساناهای اهمی سروکار داریم).

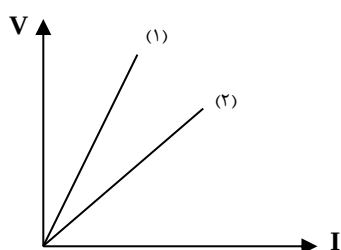
نکته



برخی رساناها، رسانای غیراھمی هستند و نمودار $I - V$ برای آنها خط راست نیست و به صورت منحنی است و این بدین معنی است که اندازه مقاومت R به اختلاف پتانسیل V بستگی دارد.

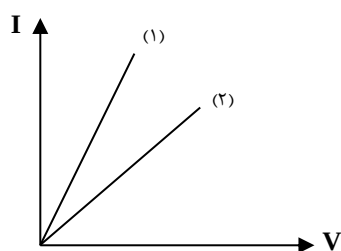
نمودارها

در این قسمت، نمودار جریان الکتریکی برحسب اختلاف پتانسیل و اختلاف پتانسیل برحسب جریان را بررسی می‌نماییم. ◀ شیب این نمودار نشان‌دهنده مقاومت الکتریکی است.



$$\text{شیب} = R \Rightarrow R_1 > R_2$$

◀ شیب این نمودار نشان‌دهنده عکس مقاومت الکتریکی است.



$$\text{شیب} = \frac{1}{R} \Rightarrow R_1 < R_2$$

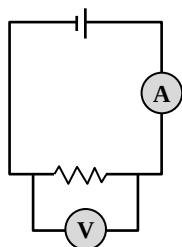


رسانایی به اختلاف پتانسیل ۲۰ ولت متصل است و در مدت ۳ ثانیه مقدار ۱۲ کولن بار الکتریکی از آن عبور می‌کند. مقاومت الکتریکی این رسانا چند اهم است؟

وسایل اندازه‌گیری

در مدارهای الکتریکی از سه وسیله اندازه‌گیری «اهم‌سنج، ولت‌سنج و آمپرسنج» استفاده می‌شود.

آمپرسنج از این وسیله برای اندازه‌گیری جریان الکتریکی استفاده می‌شود. آمپرسنج به‌صورت سری در مدار قرار می‌گیرد و مقاومت الکتریکی آن بسیار کم است تا اثر منفی در مدار نداشته باشد. آمپرسنج ایده‌آل مقاومت الکتریکی بسیار ناچیزی دارد.



ولت‌سنج از این وسیله برای اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار استفاده می‌شود.

ولت‌سنج به‌صورت موازی متصل می‌شود و مقاومت الکتریکی آن بسیار زیاد است.

ولت‌سنج ایده‌آل مقاومت بی‌نهایت دارد و ولت‌سنج واقعی مقاومت بسیار زیاد در حدود چند مگان اهم دارد.

اهم‌سنج از این وسیله برای اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی استفاده می‌شود.

نکته مهم در استفاده از اهم‌سنج این است که برای اندازه‌گیری مقاومت رسانا، داخل رسانا نباید

جریان وجود داشته باشد، یعنی به‌عنوان مثال مقاومت لامپ در حالت روشن را نمی‌توانید با اهم‌سنج اندازه بگیرید.



در آزمایش تحقیق قانون اهم نتایج دو جدول زیر برای وسیله‌های A و B به‌دست آمده است. با فرض ثابت‌ماندن دما، کدام گزینه صحیح است؟

وسيله B		وسيله A	
اختلاف پتانسیل V(V)	جریان I(A)	اختلاف پتانسیل V(V)	جریان I(A)
۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۵
۰/۳	۰/۶	۰/۹	۱/۵
۱/۵	۱	۲/۱	۳/۵
۳/۵	۲	۳/۳	۵/۵

(۱) هر دو وسیله از قانون اهم پیروی می‌کنند

(۲) فقط وسیله A از قانون اهم پیروی می‌کند

(۳) فقط وسیله B از قانون اهم پیروی می‌کند

(۴) هیچ‌یک از قانون اهم پیروی نمی‌کنند



دو سر سیمی به مقاومت الکتریکی 3Ω را به اختلاف پتانسیل الکتریکی ۱۲ متصل می‌کنیم. در هر دقیقه به‌طور خالص چند الکترون از هر مقطع این سیم شارش می‌یابد؟ ($e=1/6 \times 10^{-19} C$)

(۱) 16×10^{19}

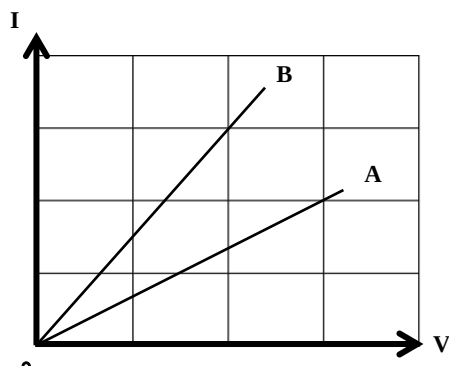
(۲) $1/5 \times 10^{20}$

(۳) $1/5 \times 10^{21}$

(۴) 16×10^{20}



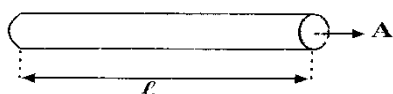
شکل زیر رابطه بین جریان عبوری از مقاومت‌های A و B و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها را نشان می‌دهد. مقاومت B چند برابر مقاومت A است؟ (ریاضی ۱۳۹۸)



- ۴
۱) $\frac{4}{9}$
۲) $\frac{2}{3}$
۳) $\frac{3}{2}$
۴) $\frac{9}{4}$

❖ عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی رسانای اهمی

یک رسانا در مقابل عبور جریان همواره از خود مقاومت نشان می‌دهد. این مقاومت به خصوصیات رسانا بستگی دارد و از رابطه زیر به دست می‌آید:



$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

در رابطه بالا، ℓ طول رسانا، A سطح مقطع رسانا، ρ مقاومت ویژه رسانا و R مقاومت الکتریکی رساناست و واحد آن اهم « Ω » است.

نکته



مقاومت ویژه یک رسانا به مقاومت یک رسانا به طول یک متر و سطح مقطع یک متر مربع گفته می‌شود و واحد آن اهم متر « $\Omega.m$ » است و تنها به جنس رسانا و دمای رسانا بستگی دارد.

اگر گفته شود یک رسانا را حدیده می‌کنیم و با ثابت نگاه داشتن حجم یا جرم آن طول یا مساحت آن را تغییر می‌دهیم، همگی دارای یک معنا هستند و باید از روابط زیر استفاده کنیم:

(۱) با ثابت نگه داشتن جرم، طولش را n برابر می‌کنیم: مقاومت n^2 برابر می‌شود.

(۲) با ثابت نگه داشتن جرم، قطرش را $\frac{1}{n}$ برابر می‌کنیم: مقاومت n^4 برابر می‌شود.

(۳) با ثابت نگه داشتن جرم، سطح مقطع را $\frac{1}{n}$ برابر می‌کنیم: مقاومت n^2 برابر می‌شود.



اگر یک سیم را آنقدر بکشیم تا طولش ۲ برابر شود، مقاومت آن چند برابر می‌شود؟



اگر طول و قطر یک رسانا را دو برابر کنیم، مقاومت آن چند برابر می‌شود؟



سیمی با مقاومت 0.1Ω را ذوب کرده و پس از آن سیم دیگری می‌سازیم که قطرش ربع قطر سیم اول است. مقاومت سیم چند Ω است؟

۲۵/۶ (۴)

۱۲/۸ (۳)

۳/۲ (۲)

۱/۶ (۱)



مکعبی از جنس آهن با ابعاد $10\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ در اختیار داریم. با توجه به این که ولتاژ خارجی به کدام دو وجه موازی آن وصل شود، نسبت بیشترین مقاومت الکتریکی این قطعه به کمترین مقاومت الکتریکی آن چقدر است؟

۱۰۰ (۴)

۵۰ (۳)

۲ (۲)

$\frac{1}{2}$ (۱)

نکته



دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده‌اند و طول یکسانی دارند. رسانای A سیم توپری به قطر $1/0\text{mm}$ است. رسانای B لوله‌ای توخالی به شعاع خارجی $2/0\text{mm}$ و شعاع داخلی $1/0\text{mm}$ است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟



دو سیم فلزی A و B دارای طول و مقاومت الکتریکی مساوی‌اند. اگر جرم سیم B، $\frac{2}{3}$ جرم سیم A و چگالی آن $\frac{1}{3}$ سیم A باشد، مقاومت ویژه سیم B چند برابر مقاومت ویژه سیم A است؟ (تبریزی ۱۳۹۵)

$$\frac{1}{3} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \quad (2)$$

$$3 \quad (3)$$

$$2 \quad (4)$$



از سیمی به طول ۲۵ متر که اختلاف پتانسیل ۳ ولت در دو سر آن برقرار است جریان $1/2$ آمپر عبور می‌کند. اگر مقاومت ویژه سیم $\rho = 1/8 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ و چگالی آن $\rho = 8 \text{ g/cm}^3$ باشد، جرم سیم چند میلی‌گرم است؟ (ریاضی قارچ ۱۳۹۶)

$$18 \quad (1)$$

$$36 \quad (2)$$

$$54 \quad (3)$$

$$72 \quad (4)$$



طول یک سیم فلزی ۱۰ سانتی متر و قطر مقطع آن ۲mm است. اگر سیم را از ابزاری عبور دهیم تا بدون تغییر جرم، مقاومت الکتریکی آن ۱۶ برابر شود، طول آن چند سانتی متر می شود؟ (تقریبی ۱۳۹۳)

(۱) ۲/۵

(۲) ۴۰

(۳) ۸۰

(۴) ۱۶۰



مقاومت الکتریکی سیمی 6Ω است. $\frac{3}{4}$ سیم را بریده و کنار می گذاریم و $\frac{1}{4}$ باقیمانده را از دستگاهی عبور می دهیم تا آن را یکنواخت نازک کرده و طولش را به طول سیم اولیه برساند. با ثابت ماندن دما، مقاومت سیم جدید چند اهم می شود؟ (ریاضی ۱۳۹۹)

(۱) ۹

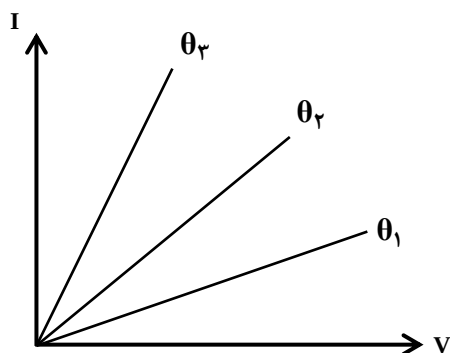
(۲) ۱۲

(۳) ۱۸

(۴) ۲۴



شکل زیر یک رسانای اهمی را در سه دمای متفاوت نشان می دهد. کدام مقایسه بین این سه دما درست است؟



(۱) $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$

(۲) $\theta_1 > \theta_3 > \theta_2$

(۳) $\theta_3 > \theta_2 > \theta_1$

(۴) $\theta_3 > \theta_1 > \theta_2$



در پدیده ابررسانایی، مقاومت ویژه جسم با کاهش دما: (تجربی ۱۴۰۰)

- (۱) با شیب ثابتی به صفر می‌رسد و در دماهای پایین‌تر نیز صفر می‌ماند.
- (۲) کاهش می‌یابد و در دمای خاصی، ناگهان به مقدار زیادی افزایش می‌یابد.
- (۳) در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و با ادامه کاهش دما دوباره افزایش می‌یابد.
- (۴) در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند.

❖ انواع مقاومت‌ها

در وسایل برقی از مقاومت‌ها برای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی‌های دیگر و یا کنترل جریان ولتاژ استفاده می‌شود.

مقاومت‌ها به‌طور کلی به دو نوع اصلی تقسیم می‌شوند:

(۱) مقاومت‌های پیچ‌های	}
(۲) مقاومت‌های ترکیبی	

❖ مقاومت پیچ‌های

این نوع مقاومت‌ها از یک سیم نازک ساخته شده که معمولاً جنس آنها نیکروم (آلیاژ نیکل و کروم) یا منگانه‌ن (آلیاژ مس، نیکل و منگنز) می‌باشد که به دور هسته‌ای از جنس سرامیک، پلاستیک یا شیشه پیچیده می‌شود.

توجه



این نوع مقاومت‌ها می‌توانند بسیار دقیق باشند و توان قابل تحمل بالایی دارند.

◀ رنوستا

رنوستا یکی از مشهورترین مقاومت‌های پیچ‌های می‌باشد که در مدارهای الکتریکی، پتانسیومتر نامیده می‌شود. رنوستا یک مقاومت متغیر است که از سیمی با مقاومت ویژه نسبتاً زیاد (مانند تنگستن) ساخته شده است. این سیم روی استوانه‌ای نارسا پیچیده شده است و با استفاده از قسمتی به نام لغزنده که با سیم در تماس است می‌توان طولی از سیم را که در مسیر جریان قرار می‌گیرد، تغییر داد. یعنی می‌توان مقاومت رنوستا را تغییر داد.

❖ انرژی و توان مصرفی در یک مصرف کننده (مقاومت)

$$U = RI^2 \cdot t = \frac{V^2}{R} \cdot t = VI \cdot t$$

از رابطه $RI^2 \cdot t$ برای حالت سری و از رابطه $\frac{V^2}{R} \cdot t$ برای حالت موازی استفاده می کنیم.

❖ توان مصرف شده در یک مقاومت

$$P = \frac{U}{t} = RI^2 = \frac{V^2}{R} = VI$$

از رابطه RI^2 برای حالت سری و از رابطه $\frac{V^2}{R}$ برای حالت موازی استفاده می کنیم.

نکته



سیم داخل فیوزی می تواند حداکثر گرمای ۵ ژول در یک ثانیه را تحمل کند. اگر مقاومت این قطعه سیم Ω ۰/۲ باشد، حداکثر جریان قابل تحمل این فیوز چند آمپر است؟

۲ (۴)

۰/۲ (۳)

۵ (۲)

۰/۵ (۱)



ولتاژ ثابتی در دو سر یک مقاومت ۲۰ اهمی برقرار است و در اثر عبور ۲۰ کولن الکتریسیته ۸۰۰ ژول گرما در مقاومت تولید می شود. زمان عبور الکتریسیته چند ثانیه بوده است؟

۲۵ (۴)

۲۰ (۳)

۱۰ (۲)

۵ (۱)



یک کتری برقی با اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت کار می‌کند و می‌تواند در مدت ۷ دقیقه دمای یک لیتر آب را از 20°C به 100°C برساند. توان و مقاومت الکتریکی کتری را محاسبه کنید. ($c = 4200 \text{ J/kg } ^{\circ}\text{C}$ گرمای ویژه آب)

❖ واحد کیلووات ساعت (kWh)

کیلووات ساعت واحد فرعی انرژی مصرفی می‌باشد. این عدد را روی قبض برقی مصرفی می‌توانید مشاهده کنید. واحد ژول (J) واحد بسیار کوچکی است. به همین دلیل واحد کیلووات ساعت را تعیین کرده‌اند. با توجه به روش زیر نیاز نیست که حفظ کنید واحد کیلووات ساعت واحد انرژی است:

$$P \times t = W$$

$$(\text{kW}) \times (\text{h}) = (\text{kWh})$$



هر کیلووات ساعت معادل چند ژول است؟

$$3/6 \times 10^4 \quad (4)$$

$$3/6 \times 10^9 \quad (3)$$

$$3/6 \times 10^3 \quad (2)$$

$$3/6 \times 10^6 \quad (1)$$



توان مصرفی یک سشوار $W = 600$ است. اگر به‌طور متوسط روزانه ۱۰ دقیقه از این سشوار استفاده کنید. در مدت ۳۰ روز چند kWh انرژی مصرف می‌شود؟

❖ ولتاژ اسمی و توان اسمی

روی وسایل برقی دو عدد بر حسب ولت و بر حسب وات نوشته می‌شود. این دو عدد را به ترتیب ولتاژ اسمی و توان اسمی می‌گویند. ولتاژ اسمی مناسب‌ترین ولتاژی است که می‌توان وسیله را به آن متصل کرد که در این صورت توان مصرفی وسیله برابر توان اسمی می‌شود.

اگر وسیله را به ولتاژ کمتر یا بیشتر از ولتاژ اسمی متصل کنید، توان مصرفی به ترتیب کمتر یا بیشتر از توان اسمی می‌شود. البته ولتاژهای بیشتر از ولتاژ اسمی می‌تواند به وسیله آسیب بزنند.



بر روی یک لامپ روشنایی دو عبارت $220V$ و $1000W$ ثبت شده است. اگر این لامپ را به اختلاف پتانسیل $110V$ متصل کنید:

الف) توان مصرفی چند وات می‌شود؟

ب) جریان عبوری چند برابر می‌شود؟



بیشتر تمرین کنید

۱ قطر سیمی 6mm و مقاومت ویژه آن $10^{-6}\Omega\cdot\text{m}$ است. این سیم را روی استوانه‌ای به شعاع 9cm می‌پیچیم و به اختلاف پتانسیل 6V وصل می‌کنیم. اگر جریان عبوری از سیم 2A باشد، سیم را چند دور به دور استوانه پیچیده‌ایم؟ ($\pi = 3$)

(۱) ۷۵ (۲) ۱۳۵ (۳) ۱۵۰ (۴) ۱۰۰

۲ کدام یک از عبارات‌های زیر نادرست است؟

- (۱) مقاومت‌های پیچهای برای به‌دست آوردن مقاومت‌های پایین بسیار دقیق و همچنین توان‌های بالا ساخته می‌شوند.
- (۲) رنوستا از سیمی با مقاومت ویژه نسبتاً کم ساخته می‌شود.
- (۳) ترمیستور نوعی از مقاومت است که بستگی مقاومت الکتریکی آن به دما متفاوت از مقاومت‌های معمولی است.
- (۴) مقاومت نوری، نوعی مقاومت است که مقاومت الکتریکی آن به نور تابیده شده به آن بستگی دارد، به‌طوری که با افزایش شدت نور، از مقاومت آن کاسته می‌شود.

۳ در دمای 320°C ، طول سیم آلومین یک بخاری برقی برابر با $1/2\text{m}$ ، قطر مقطع آن 2mm ، مقاومت ویژه این سیم برابر با $6/8 \times 10^{-5}(\Omega\cdot\text{m})$ و ضریب دمایی مقاومت ویژه آن $(\frac{1}{K}) \times 10^{-3}$ است. اگر دمای آن 100°C افزایش یابد، مقاومت الکتریکی‌اش به چند اهم می‌رسد؟ ($\pi = 3$)

- (۱) $32/64$ (۲) $23/46$
(۳) $28/72$ (۴) $24/72$

۴ با 20kg از یک رسانای فلزی به چگالی $8 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ و مقاومت ویژه $2 \times 10^{-8}\Omega\cdot\text{m}$ ، سیمی همگن با سطح مقطع 5mm^2 ساخته‌ایم. مقاومت الکتریکی این سیم چند اهم است؟

(۱) ۲ (۲) ۱ (۳) ۸ (۴) ۵

۵ ابعاد یک قطعه فلز مکعبی شکل به‌صورت $20\text{cm} \times 4\text{cm} \times 2\text{cm}$ می‌باشد. وقتی دو وجه موازی این قطعه را به اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابت V وصل کنیم، نسبت بیشینه جریان عبوری از سیم به کمینه آن کدام است؟ (دما ثابت فرض شود).

(۱) ۱۰۰ (۲) ۱۰ (۳) ۸۰ (۴) ۴۰

۶ چه تعداد از عبارات‌های زیر صحیح است؟

- (الف) برای یک دیود جریان عبوری از آن همواره با اختلاف پتانسیل اعمال شده به دو سر آن رابطه خطی دارد.
- (ب) قانون اهم برای تمامی رساناهای غیرفلزی برقرار است.
- (پ) مقاومت یک رسانای اهمی در دمای ثابت با افزایش اختلاف پتانسیل اعمال شده به دو سر آن تغییر نمی‌کند.
- (ت) نمودار جریان عبوری بر حسب ولتاژ دو سر اغلب فلزات در دمای ثابت به‌صورت خطی است.

- (۱) ۲ (۲) ۱ (۳) ۴ (۴) ۳

۷

در هر مقطع از یک سیم رسانای حامل جریان، تعداد الکترون‌های عبوری بر حسب زمان در SI به صورت $n(t) = 58t + 27$ می‌باشد. شدت جریان الکتریکی متوسط عبوری از هر مقطع این سیم در بازه زمانی دلخواه Δt ثانیه، چند میلی‌آمپر است؟ (د $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ و $\Delta t \neq 0$)

(۱) $9/28 \times 10^{-20}$ (۲) $9/28 \times 10^{-15}$ (۳) $9/28 \times 10^{-21}$ (۴) $9/28 \times 10^{-18}$

۸

یک مقاومت اهمی به اختلاف پتانسیل V متصل است و جریان I از آن می‌گذرد. اگر در دمای ثابت، آن را از درون وسیله‌ای عبور دهیم که بدون تغییر جرم، به طور یکنواخت تغییر شکل دهد و طولش ۳ برابر شود، اختلاف پتانسیل دو سر این مقاومت را چند برابر V کنیم تا همان جریان I از آن عبور کند؟

(۱) $\frac{1}{3}$ (۲) ۳ (۳) $\frac{1}{9}$ (۴) ۹

۹

جرم سیم مسی A دو برابر جرم سیم مسی B است. اگر شعاع مقطع سیم A دو برابر شعاع مقطع سیم B باشد، مقاومت الکتریکی سیم B چند برابر مقاومت الکتریکی سیم A است؟ (دما ثابت و یکسان است.)

(۱) $\frac{1}{8}$ (۲) ۸ (۳) ۱۶ (۴) $\frac{1}{16}$

۱۰

سیمی با روکش پلاستیکی به قطر 6 mm و مقاومت ویژه آن $10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ است. این سیم را روی استوانه عایقی به شعاع 9 cm می‌پیچیم و به اختلاف پتانسیل 6 V وصل می‌کنیم. اگر جریان عبوری از سیم 2 A باشد، سیم را چند دور به دور استوانه پیچیده‌ایم؟ (سیم‌ها بدون فاصله دور استوانه پیچیده شده‌اند.)

(۱) ۷۵ (۲) ۱۳۵ (۳) ۱۵۰ (۴) ۱۰۰

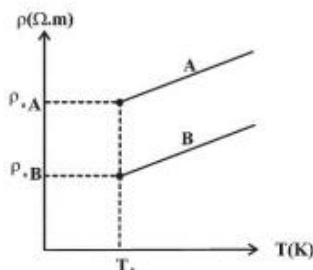
۱۱

یک مکعب مستطیل فلزی توپر به ابعاد ۴، ۸ و h را از وجه‌های مختلفش در مسیر جریان الکتریکی قرار می‌دهیم. اگر نسبت بیش‌ترین مقاومت الکتریکی به کم‌ترین مقاومت الکتریکی آن در مدار برابر با ۲۵ باشد، h کدام گزینه برحسب سانتی‌متر می‌تواند باشد؟ (ابعاد برحسب سانتی‌متر هستند.)

(۱) ۱ (۲) ۱۰ (۳) ۲ (۴) ۲۰

۱۲

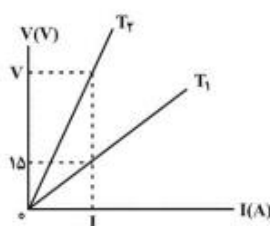
در شکل زیر، نمودار مقاومت ویژه دو فلز در یک گستره دمایی نشان داده شده است. اگر خطوط موازی باشند، آن‌گاه کدام گزینه صحیح است؟ (α ضریب دمایی مقاومت ویژه و ρ_0 مقاومت ویژه در دمای T_0 است.)



- (۱) $\alpha_A = \alpha_B$
- (۲) $(\rho, \alpha)_A > (\rho, \alpha)_B$
- (۳) $\alpha_A > \alpha_B$
- $(\rho, \alpha)_A = (\rho, \alpha)_B$

۱۳

در شکل زیر، نمودار اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانا بر حسب جریان الکتریکی عبوری از آن در دو دمای $T_1 = 253K$ و $T_2 = 653K$ نشان داده شده است. اگر ضریب دمایی مقاومت ویژه این رسانا $\frac{1}{K} \times 10^{-2} \times 5$ باشد، V چند ولت است؟ (دمای کم‌تر به عنوان دمای مرجع در نظر گرفته شود).



(۱) ۴۰

(۲) ۳۰

(۳) ۲۰

(۴) ۴۵

۱۴

طول یک سیم مسی به مقاومت R را به صورت یکنواخت و بدون تغییر حجم، ۲ برابر می‌کنیم و سپس دمای سیم را ۲۵ کلوین افزایش می‌دهیم. مقاومت الکتریکی سیم مسی جدید چند برابر R است؟ ($\alpha_{\text{مس}} = 4 \times 10^{-3} K^{-1}$)

می‌دهیم. مقاومت الکتریکی سیم مسی جدید چند برابر R است؟ ($\alpha_{\text{مس}} = 4 \times 10^{-3} K^{-1}$)

(۴) ۴/۴

(۳) ۳/۳

(۲) ۲/۲

(۱) ۱/۱

۱۵

با 20 kg از یک رسانای فلزی به چگالی $\frac{8 \times 10^3 \text{ kg}}{\text{m}^3}$ و مقاومت ویژه $2 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ، سیمی همگن با سطح مقطع 5 mm^2 ساخته‌ایم. مقاومت الکتریکی این سیم چند اهم است؟

(۴) ۵

(۳) ۸

(۲) ۱

(۱) ۲

۱۶

طول سیم A سه برابر سیم B و قطر آن نصف قطر سیم B است. اگر مقاومت سیم A ، نصف مقاومت سیم B باشد نسبت مقاومت ویژه سیم A به مقاومت ویژه سیم B کدام است؟

(۴) $\frac{1}{12}$

(۳) $\frac{1}{24}$

(۲) ۲۴

(۱) ۱۲

۱۷

هنگامی که جریانی به شدت $2A$ از یک سیم رسانای فلزی به قطر مقطع 2 mm می‌گذرد، در هر ثانیه از هر مقطع سیم تعداد n الکترون شارش می‌یابد. هم‌چنین برای آن‌که شدت جریان ذکر شده توسط اختلاف پتانسیل ۲ ولتی ایجاد شود، طول سیم باید برابر با L متر باشد. مقادیر n و L به ترتیب از راست به چپ بر حسب واحدهای SI کدام است؟ ($\rho_{\text{سیم}} = 1/5 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ، $e = 1/6 \times 10^{-19} C$ و $\pi = 3$)

(۱) $100, 6 \times 10^{18}$

(۲) $200, 12/5 \times 10^{18}$

(۳) $100, 12/5 \times 10^{18}$

(۴) $200, 6 \times 10^{18}$

۱۸

مقاومت الکتریکی استوانه‌ای توخالی از جنس مس به شعاع خارجی 10 cm و شعاع داخلی 5 cm برابر با 0.64Ω است. اگر

فضای خالی داخلی این استوانه را با مس به‌طور کامل پر کنیم، مقاومت الکتریکی آن چند اهم می‌شود؟

- (۱) 0.16 (۲) 0.36 (۳) 0.48 (۴) 0.72

۱۹

دمای یک قطعه سیم را 15°C افزایش می‌دهیم. اگر مقاومت ویژه‌ی آن 0.3 درصد افزایش یابد، ضریب دمایی مقاومت ویژه‌ی آن در SI کدام است؟

- (۱) 5×10^{-5} (۲) 5×10^{-4}

- (۳) 2×10^{-5} (۴) 2×10^{-4}

۲۰

در دمای 1°C ، مقاومت الکتریکی یک سیم فلزی برابر با 10Ω است. در چه دمایی برحسب درجه سلسیوس، مقاومت الکتریکی این

سیم برابر با 12Ω می‌شود؟ $\left(\frac{1}{K} = 4 \times 10^{-3} = \alpha_{\text{سیم}}\right)$ ، دمای 10 درجه سلسیوس را به عنوان دمای مرجع در نظر بگیرید.

- (۱) 50 (۲) 60 (۳) 80 (۴) 30

پایگاه کلیدی



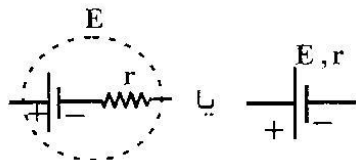
۱.۵	۱.۴	۱.۳	۲.۲	۳.۱
۳.۱۰	۲.۹	۴.۸	۲.۷	۱.۶
۱.۱۵	۴.۱۴	۴.۱۳	۴.۱۲	۴.۱۱
۲.۲۰	۳.۱۹	۳.۱۸	۲.۱۷	۳.۱۶

نکته های بیشتر



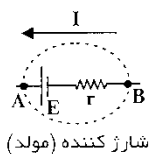
منبع نیرو محرکه الکتریکی (باتری)

همواره در یک مولد الکتریکی به علت فعل و انفعالات شیمیایی و داخلی مقداری انرژی داخل خود پیل مصرف شده و به نوعی هدر می رود که این انرژی تلف شده را به صورت یک مقاومت درونی در یک پیل نمایش می دهند:



- ♦ پیل الکتریکی همواره به صورت یک مولد، جریانی در خارج خود از قطب «+» به سمت قطب «-» ایجاد می کند که در داخلش از قطب «-» به قطب «+» است. این پیل را مولد یا شارژ کننده می نامند.
- ♦ اگر در مداری جریان از قطب «+» پیل وارد و از قطب «-» آن خارج شود، پیل نوعی مصرف کننده فرض می شود و شارژ شونده نام دارد.

ولتاژ دو سر یک پیل

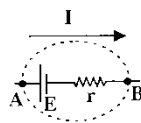


شارژ کننده (مولد)

پیل در حال از دست دادن انرژی:

$$V_{BA} = V_A - V_B = E - rI$$

↓
افت پتانسیل



شارژ شونده (ضد مولد)

پیل در حال جذب انرژی:

$$V_{BA} = V_A - V_B = E + rI$$

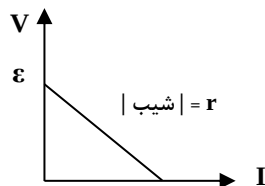
↓
شارژ پتانسیل

◀ نمودار اختلاف پتانسیل دو سر منبع بر حسب جریان عبوری از منبع

با توجه به رابطه های به دست آمده می توانید نمودار V بر حسب I را رسم کنید.

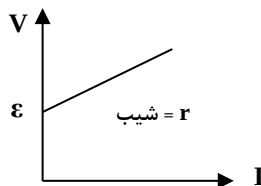
$$V = \varepsilon - rI$$

$$y = b - ax$$



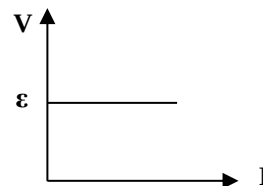
$$V = \varepsilon + rI$$

$$y = b + ax$$



$$V = \varepsilon$$

$$y = b$$



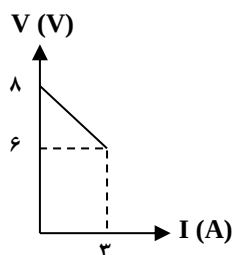
توجه



در تمام نمودارهای بالا ملاحظه می‌کنیم که عرض از مبدأ، نیروی محرکه مولد می‌باشد.



نمودار تغییرات ولتاژ دو سر یک مولد بر حسب شدت جریان عبوری از آن مطابق شکل است. نیروی محرکه و مقاومت درونی مولد برابر کدام گزینه است؟



(۱) $۲\ \Omega$, ۶ V

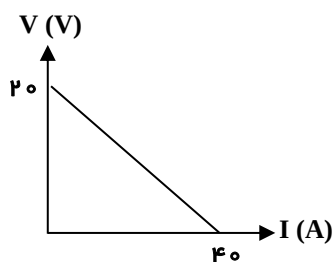
(۲) $\frac{۲}{۳}\ \Omega$, ۸ V

(۳) $۲\ \Omega$, ۸ V

(۴) $\frac{۲}{۳}\ \Omega$, ۶ V



نمودار اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مولدی بر حسب جریان عبوری از آن مطابق شکل زیر است. اگر دو سر این مولد را به دو سر یک مقاومت $۴/۵$ اهمی وصل کنیم، به ترتیب از راست به چپ، جریان عبوری از مقاومت چند آمپر و اختلاف پتانسیل دو سر مولد چند ولت خواهد شد؟



(۱) ۴ و ۲۰

(۲) ۲۰ و ۴

(۳) ۱۸ و ۴

(۴) ۴ و ۱۸



ولت‌سنجی ارمانی، اختلاف پتانسیل دو سر یک باتری را که به مداری وصل نیست، ۱۲ وقت نشان می‌دهد. حال اگر یک مقاومت ۸ اهمی را به دو سر آن ببندیم، ولت‌سنج اختلاف پتانسیل دو سر باتری را ۹/۶ ولت نشان می‌دهد. مقاومت درونی باتری چند اهم است؟ (تهرانی فارغ ۱۳۹۸)

۱ (۱)

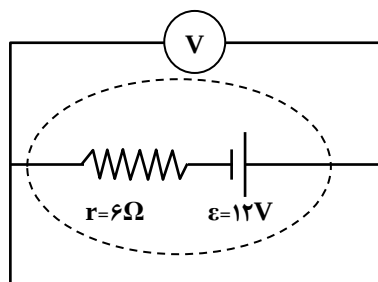
۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)



در مدار روبه‌رو، ولت‌سنج آرمانی چه عددی را نشان می‌دهد؟ (ریاضی ۱۳۹۸)



۱ (۱) صفر

۲ (۲)

۶ (۳)

۱۲ (۴)

توان‌های مولد

مولد با استفاده از واکنش شیمیایی، انرژی تولید می‌کند تا به بار q دهد ولی مقداری از این انرژی به دلیل وجود مقاومت درونی تلف می‌شود و اختلاف انرژی تولیدشده و اتلافی، انرژی مفید یا خروجی مولد می‌باشد. با توجه به سه انرژی نام‌برده‌شده، سه توان برای مولد قابل تعریف کردن است:

$$P = \frac{W}{t} \xrightarrow{\text{تولیدی}} P = \frac{eq}{t} = \varepsilon I$$

$$P = rI^2 = \text{توان اتلافی یا مصرفی مولد}$$

$$\Rightarrow P_{\text{توان مفید (خروجی)}} = \varepsilon I - rI^2$$

ε : نیروی محرکه الکتریکی برحسب ولت (V)

r : مقاومت درونی برحسب اهم (Ω)

I : جریان عبوری از مولد برحسب آمپر (A)

توجه



در برخی از مسایل به جای توان اتلافی، توان گرمایی باتری بیان می‌شود. زیرا انرژی تلف شده در باتری به گرما تبدیل می‌شود.



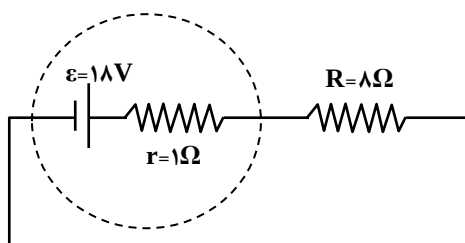
یک باتری با نیروی محرکه ۳ ولت و مقاومت درونی 1Ω را به یک لامپ کوچک متصل کرده‌ایم. اگر جریان مدار 0.5 A باشد:

الف) توان تولیدی، اتلافی و مفید باتری را محاسبه کنید.

ب) در هر دقیقه چه مقدار گرما درون باتری ایجاد می‌شود؟



در مدار زیر، توان خروجی مولد و توان مصرفی مقاومت R به ترتیب کدام است؟



(۱) ۳۲ و ۳۲

(۲) ۳۶ و ۳۲

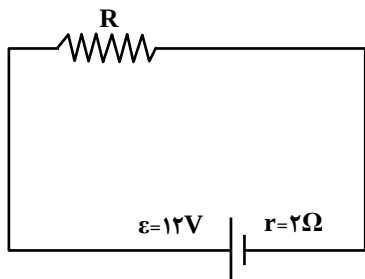
(۳) ۳۶ و ۳۶

(۴) ۱۸ و ۱۶



در مدار روبه‌رو، اگر توان تلف شده در مقاومت درونی مولد برابر ۸ ولت باشد، مقاومت R چند اهم است؟

(ریاضی ۱۳۹۳)



(۱) ۲

(۲) ۴

(۳) ۶

(۴) ۸

بازده مولد

نسبت توان مفید مولد به توان تولیدی را بازده می‌نامند:

$$Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{تولیدی}}}$$

$$Ra = \frac{\varepsilon I - rI^2}{\varepsilon I} = \frac{\varepsilon - rI}{\varepsilon} = \frac{V}{\varepsilon}$$

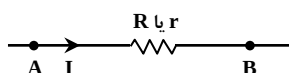
محاسبه اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار

اگر جریان I در مدار برقرار باشد با توجه به نکات زیر، از نقطه اول شروع کرده و تغییرات پتانسیل الکتریکی را بنویسید تا به نقطه دوم برسید:

۱. اگر در جهت جریان از مقاومت R یا مقاومت درونی r عبور کنید، با توجه به قانون اهم، پتانسیل به اندازه IR یا Ir کاهش می‌یابد:

$$V_A - IR = V_B$$

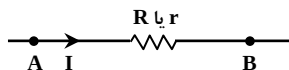
$$V_A - Ir = V_B$$



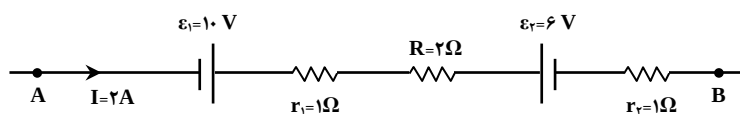
۲. اگر در خلاف جهت جریان از مقاومت R یا مقاومت درونی r عبور کنید، پتانسیل به اندازه IR یا Ir افزایش می‌یابد:

$$V_B + IR = V_A$$

$$V_B + Ir = V_A$$



در مدار مقابل $V_{BA} = V_A - V_B$ را بیابید.



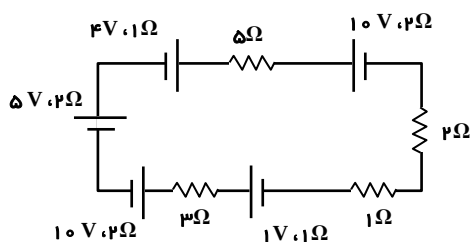
❖ مدار تک حلقه

می توان در یک مدار از قانون دوم کیرشهف «اگر در یک مدار برای یک حلقه ولتاژنویسی کنیم حاصل کل صفر است» جریان را به دست آورد، در حالت کلی و با استفاده از این قانون به رابطه زیر می رسیم:

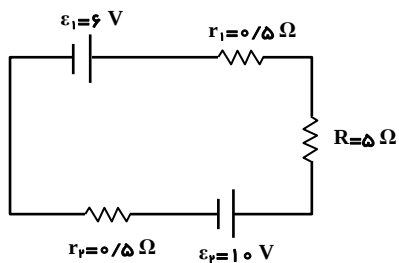
$$I = \frac{\text{جمع پیل های شارژ شونده} - \text{جمع پیل های شارژ کننده}}{\text{مقاومت معادل داخلی پیل ها} + \text{مقاومت معادل خارجی مدار}}$$



در مدار زیر جریان را بیابید.



با توجه به مدار مقابل، کمیت های زیر را محاسبه کنید.



الف) شدت جریان مدار

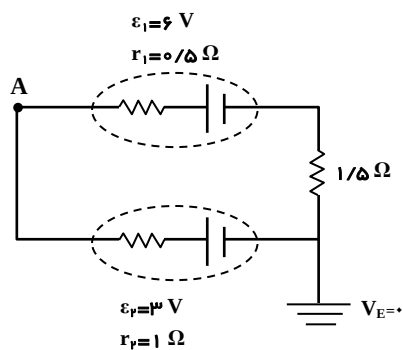
ب) افت پتانسیل منبع ε_2

پ) انرژی مصرفی در مقاومت R در مدت ۱۰ ثانیه

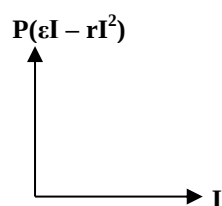
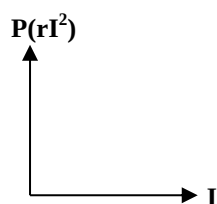
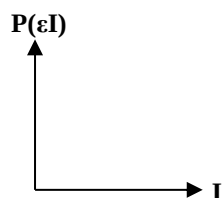
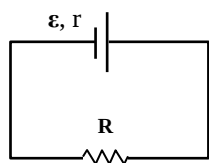
ت) توان مفید منبع ε_2



در شکل روبه‌رو، پتانسیل نقطه A را محاسبه کنید.

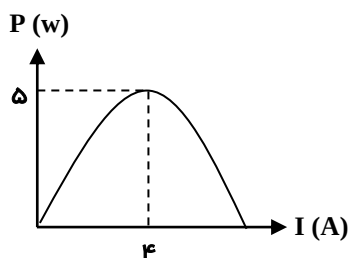


نمودارهای مدار تک حلقه





نمودار تغییرات توان مفید یک مولد، برحسب شدت جریان گرفته شده از آن، مطابق شکل است. نیروی محرکه مولد چند ولت است؟



(۱) ۰/۸

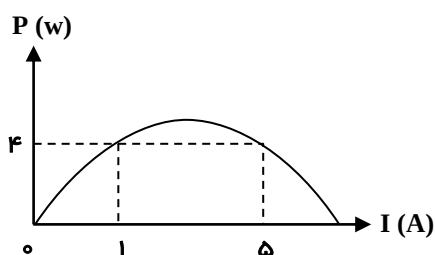
(۲) ۱/۲

(۳) ۲/۵

(۴) ۵



در شکل زیر، نمودار توان خروجی یک مولد برحسب جریان الکتریکی عبوری از آن رسم شده است. اگر مقاومت درونی مولد 2Ω باشد، نیروی محرکه آن چند ولت است؟



(۱) ۸

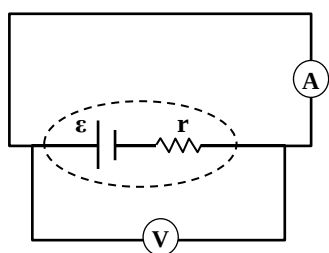
(۲) ۱۶

(۳) ۱۰

(۴) ۱۲



در مدار زیر، توان خروجی باتری به ازای جریان های $3A$ و $5A$ یکسان است. در حالتی که ولت سنج عدد صفر را نشان می دهد، آمپرسنج چند آمپر را نشان می دهد؟ (تقریبی 1400)



(۱) صفر

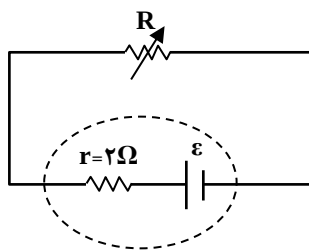
(۲) ۲

(۳) ۴

(۴) ۸



در مدار شکل روبه‌رو، اگر مقاومت متغیر R را به تدریج از 4Ω تا صفر کاهش دهیم، توان مصرف‌شده در آن چگونه تغییر می‌کند؟



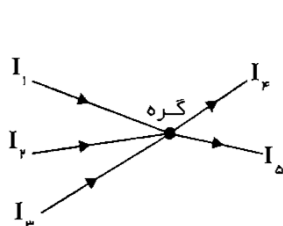
- (۱) پیوسته افزایش می‌یابد
- (۲) پیوسته کاهش می‌یابد
- (۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد
- (۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد

نکته



قانون اول کیرشهف (K.C.L)

مجموع جریان‌های ورودی به یک گره برابر مجموع جریان‌های خروجی از آن گره است.



ورودی‌ها: I_1, I_2, I_3

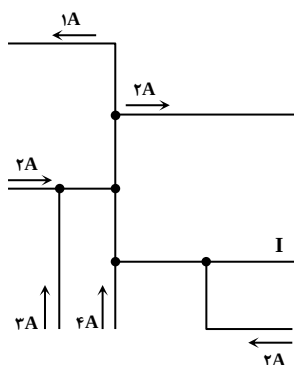
خروجی‌ها: I_4, I_5

$$\Rightarrow I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

این قانون از قانون بقای بار الکتریکی به دست آمده است.



در شکل مقابل، بزرگی جریان در سیم I چند آمپر و در کدام جهت است؟

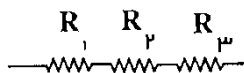


- (۱) ۴، →
- (۲) ۸، →
- (۳) ۴، ←
- (۴) ۸، ←

❖ به هم بستن مقاومت‌ها

◀ (-) مقاومت‌های متوالی (سری):

اصلی‌ترین مشخصه سری بودن چند مقاومت این است که بین آنها گره نباشد.



$$\checkmark I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

$$\checkmark V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

$$\checkmark R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

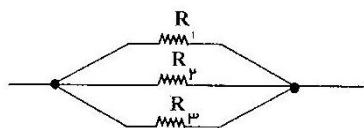
بدیهی است که:

✓ در مقاومت‌های متوالی، مقاومت کل از تک تک مقاومت‌ها بزرگتر است.

✓ اگر n مقاومت یکسان R با هم سری شوند، مقاومت کل nR می‌شود.

◀ ۲- مقاومت‌های موازی:

اصلی‌ترین مشخصه این مقاومت‌ها این است که یک سر تمام این مقاومت‌ها با یک گره مشترک است.



$$V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$$

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

بدیهی است که:

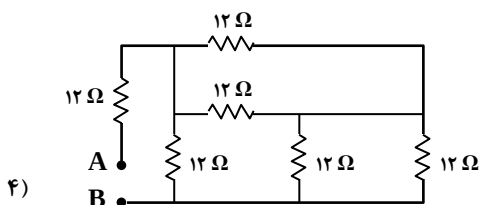
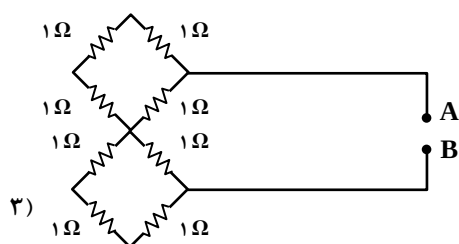
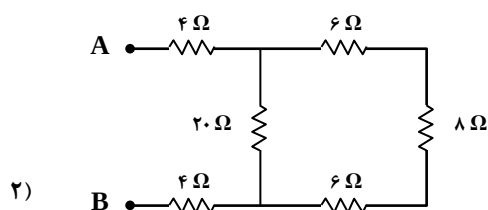
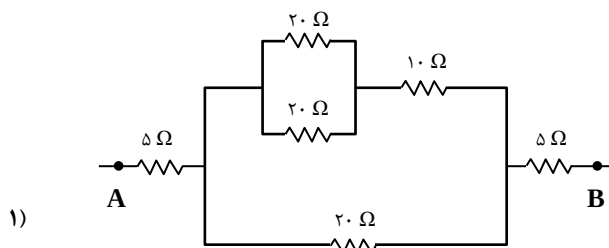
✓ در مقاومت‌های موازی مقاومت معادل، از تک تک مقاومت‌ها کوچک‌تر است.

✓ اگر n مقاومت یکسان R را به هم وصل کنیم مقاومت معادل برابر $\frac{R}{n}$ می‌شود.

✓ اگر دو مقاومت با هم موازی باشند داریم: $R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$



در شکل‌های زیر مقاومت معادل بین دو نقطه A و B را بیابید.

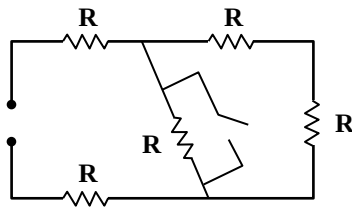


◆ اتصال کوتاه

اتصال عنصرهای الکتریکی به یکدیگر به وسیله سیم‌های رابط صورت می‌گیرد که مقاومت این سیم‌ها بسیار ناچیز است و در عمل صفر فرض می‌شود؛ یعنی ولتاژ تمام نقاط آن با هم برابر است. بنابراین هرگاه دو نقطه از مدار توسط سیمی به هم وصل شده باشند، می‌توان تمام وسیله‌های مقاومت‌دار بین آن دو نقطه را حذف کرد.



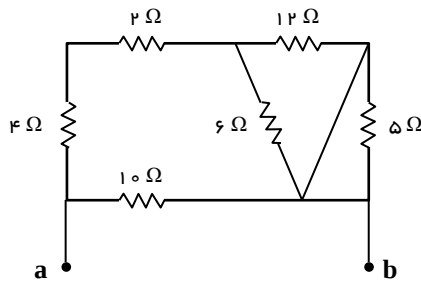
در شکل مقابل اگر کلید بسته شود، مقاومت معادل چند برابر R می‌شود؟



- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۴ (۴)



مقاومت معادل بین a و b چند اهم است؟



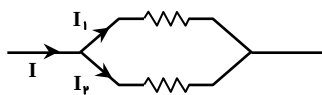
- ۵ (۱)
- ۱۰ (۲)
- ۱۵ (۳)
- ۲۰ (۴)

❖ مَقْسِم جریان

ابتدا مقاومت‌های معادل را یافته و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت‌ها را محاسبه می‌کنیم سپس به راحتی جریان هر شاخه را

می‌یابیم.

برای حالتی که دو مقاومت موازی داشته باشیم:

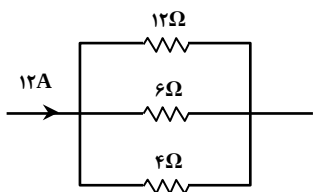


$$I_1 = \frac{R_p}{R_1 + R_p} \times I_{\text{کل}}$$

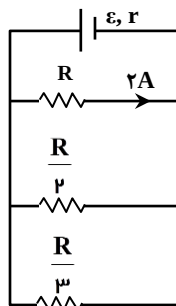
$$I_p = \frac{R_1}{R_1 + R_p} \times I_{\text{کل}}$$



جریان عبوری در مقاومت 4Ω را بیابید.



در مدار مقابل، جریان عبوری از مولد چند آمپر است؟



۳ (۱)

۴ (۲)

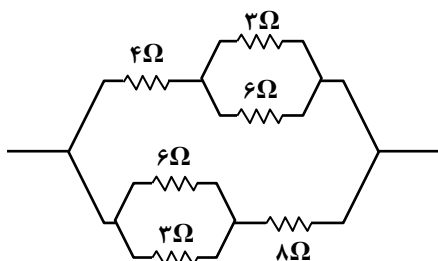
۶ (۳)

۱۲ (۴)



در شکل روبه‌رو، اگر جریانی به شدت 0.4 آمپر از مقاومت 4Ω اهمی بگذرد، از مقاومت 8Ω اهمی جریان چند

آمپر می‌گذرد؟



0.2 (۱)

0.8 (۲)

0.24 (۳)

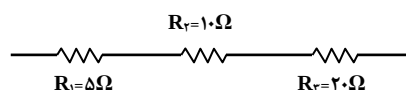
0.66 (۴)



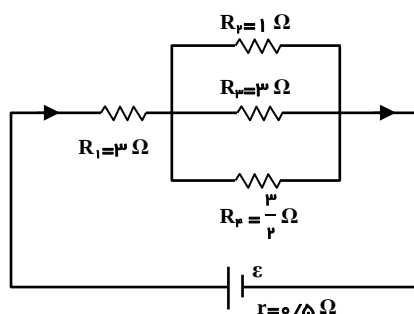
روی دو لامپ اعداد (۲۲۰V ، ۱۰۰W) و (۲۲۰V و ۴۰۰W) نوشته شده است. اگر این دو لامپ را به طور متوالی به اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت متصل کنیم، توان مصرفی مجموعه چند وات می شود؟



در شکل مقابل، ولتاژ قابل تحمل هر یک از مقاومت ها برابر ۱۰۰ ولت است. مجموعه را حداکثر به چند ولت متصل کنیم تا هیچ کدام از مقاومت ها آسیب نبینند؟



در شکل زیر که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، توان مصرفی مقاومت R_1 چقدر برابر توان چند برابر توان مصرفی مقاومت R_2 است؟ (تبریزی ۱۳۹۷)



۱ (۱)

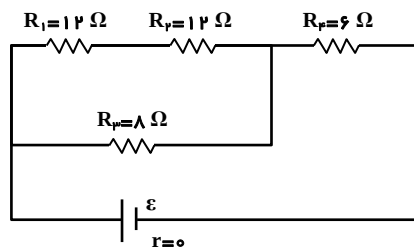
۶ (۲)

۹ (۳)

۳۶ (۴)



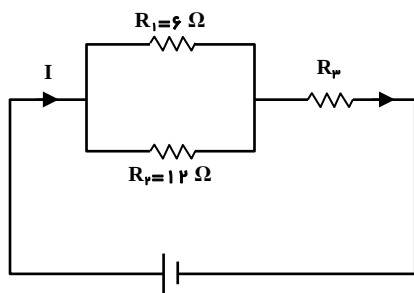
در مدار زیر، توان مصرفی مقاومت R_4 چند برابر توان مصرفی مقاومت R_1 است؟ (تقریبی ۱۳۹۵)



- (۱) ۲
- (۲) ۴
- (۳) ۵
- (۴) ۸



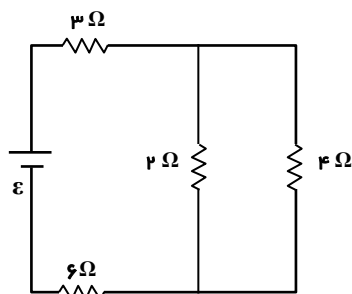
شکل زیر یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. اگر توان مصرفی مقاومت R_2 ۶ برابر توان مصرفی مقاومت R_1 باشد. R_3 چند اهم است؟ (ریاضی ۱۴۰۰)



- (۱) ۱۸
- (۲) ۱۲
- (۳) ۸
- (۴) ۶



در مدار زیر، توان مصرفی مقاومت ۱۶ اهمی، چند برابر توان مصرفی مقاومت ۴ اهمی است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)



- (۱) ۱۳/۵
- (۲) ۱۲
- (۳) ۷/۵
- (۴) ۶



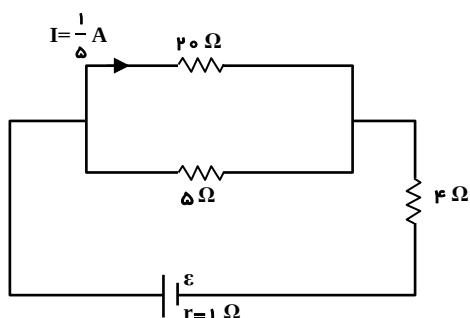
اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R در مدار زیر، برابر $3V$ است. نیروی محرکه باتری چند ولت است؟ (تقریبی قارج ۱۴۰۱)

۴ (۱)

۵ (۲)

۷ (۳)

۸ (۴)



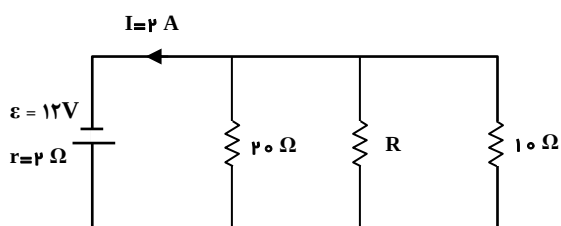
در شکل زیر، در مقاومت R در هر دقیقه چند ژول انرژی مصرف می شود؟ (تقریبی قارج ۱۳۹۹)

۶۴۸ (۱)

۵۲۶ (۲)

۴۷۲ (۳)

۳۸۴ (۴)



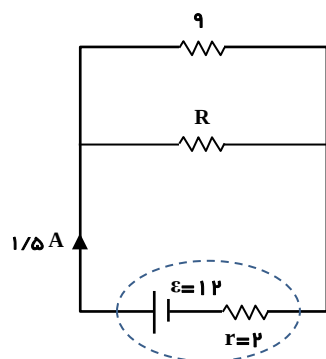
در شکل زیر، توان مصرفی مقاومت R چند وات است؟ (تقریبی ۱۴۰۱)

۴/۵ (۱)

۹ (۲)

۱۳/۵ (۳)

۱۸ (۴)





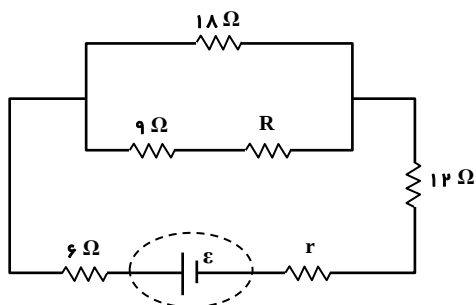
در شکل زیر، اختلاف پتانسیل مقاومت‌های 18Ω و 12Ω با هم برابر است. R چند اهم است؟ (تقریبی ۱۴۰)

(۱) ۳۶

(۲) ۲۷

(۳) ۱۸

(۴) ۱۲



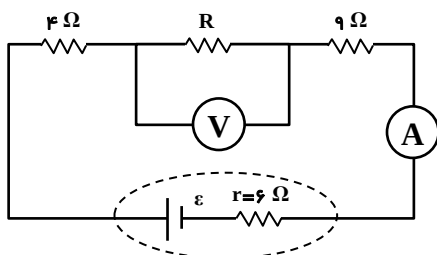
در شکل زیر، ولت‌سنج آرمانی به ترتیب ۱۲ ولت و 0.8 آمپر را نشان می‌دهند. نیروی محرکه مولد چند ولت است؟ (تقریبی ۱۴۰)

(۱) ۳۶

(۲) ۲۴

(۳) ۱۸

(۴) ۱۶



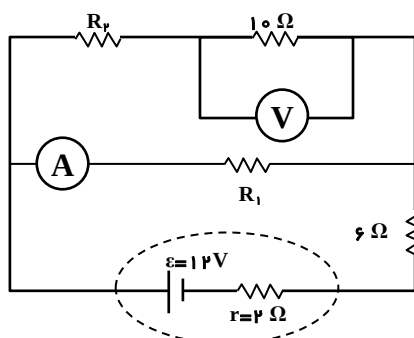
در مدار زیر، آمپرسنج آرمانی 0.25 ولت و 0.8 آمپر و ولت‌سنج آرمانی ۵ ولت را نشان می‌دهند. R_1 چند اهم است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

(۱) ۱۲

(۲) ۱۶

(۳) ۱۸

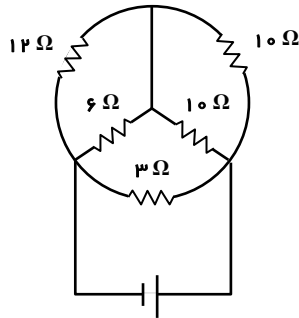
(۴) ۲۴





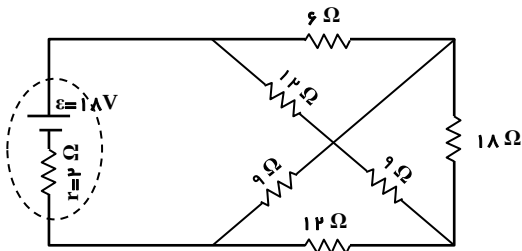
در مدار کل مقابل مقاومت معادل چند اهم است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

- (۱) $4/5$
- (۲) 6
- (۳) 12
- (۴) $2/25$



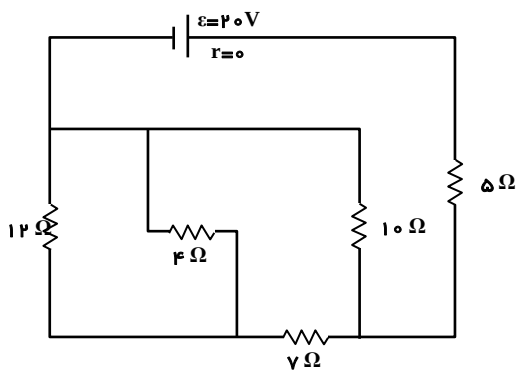
در مدار زیر، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر باتری چند ولت است؟ (ریاضی فارغ ۱۴۰۲)

- (۱) 17
- (۲) 16
- (۳) 15
- (۴) 14



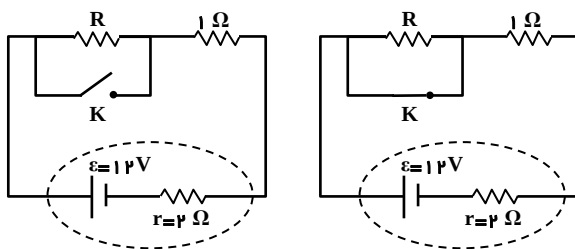
در مدار روبه‌رو، شدت جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی چند آمپر است؟ (تجربی فارغ ۱۴۰۰)

- (۱) 1
- (۲) $\frac{3}{4}$
- (۳) $\frac{1}{2}$
- (۴) $\frac{1}{4}$





در شکل زیر، با قطع یا وصل کلید، توان خروجی باتری ثابت می ماند. مقاومت R چند اهم است؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۱)



(۱) ۴

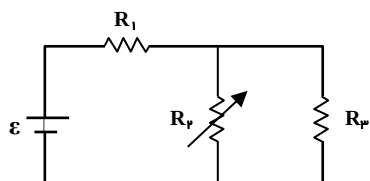
(۲) ۳

(۳) ۲

(۴) ۱



در مدار روبه‌رو، مقاومت R_2 را به تدریج افزایش می دهیم، ولتاژ دو سر آن چگونه تغییر می کند؟ (تجربی ۱۳۹۳)



(۱) ثابت می ماند

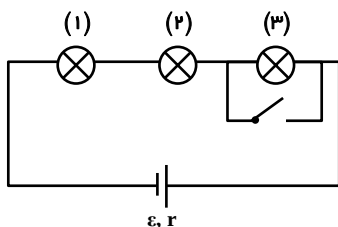
(۲) افزایش می یابد

(۳) کاهش می یابد

(۴) بسته به مقاومت درونی مولد، ممکن است افزایش یا کاهش یابد



در مدار زیر، همه لامپ‌ها مشابهند. با بستن کلید، کدام مورد درست است؟ (تجربی ۱۴۰۲)



الف) اختلاف پتانسیل دو سر باتری کاهش می یابد.

ب) اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های (۱) و (۲) کاهش می یابد.

پ) اختلاف پتانسیل دو سر لامپ‌های (۱) و (۲) افزایش می یابد.

ت) اختلاف پتانسیل دو سر باتری افزایش می یابد.

(۱) الف و ب

(۲) الف و پ

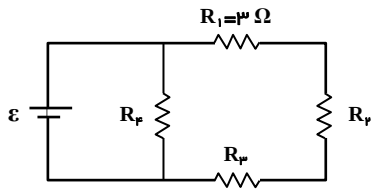
(۳) پ و ت

(۴) ب و ت



در مدار روبه‌رو، توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها با هم برابر است. مقاومت معادل مدار چند اهم است؟

(تجربی ۱۳۹۳)



$$\frac{27}{4} \quad (1)$$

$$\frac{9}{2} \quad (2)$$

$$18 \quad (3)$$

$$9 \quad (4)$$

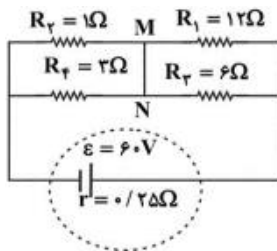
بیشتر تمرین کنید



سه لامپ مشابه را یک‌بار به‌طور سری و بار دیگر به‌طور موازی به برق شهر می‌بندیم. اگر آن‌ها را به‌طور سری به برق شهر متصل کنیم، جریان I_1 از هر یک از آن‌ها می‌گذرد و اگر آن‌ها را به‌صورت موازی به برق شهر ببندیم جریان عبوری از هر کدام

I_2 می‌شود. $\frac{I_1}{I_2}$ کدام است؟

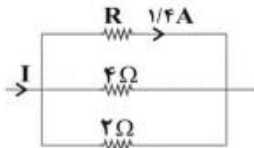
- (۱) $\frac{1}{9}$ (۲) ۳ (۳) $\frac{1}{3}$ (۴) $\frac{1}{18}$



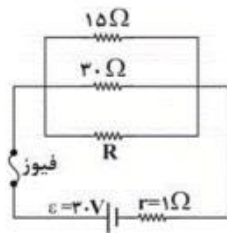
در مدار شکل مقابل، شدت جریان گذرنده از سیم بدون مقاومت MN چند آمپر است؟

- (۱) ۱ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۳

در شکل زیر، اگر انرژی الکتریکی مصرف شده در مقاومت R در مدت ۱۵ دقیقه برابر با $3/78$ کیلوژول باشد، I چند آمپر است؟



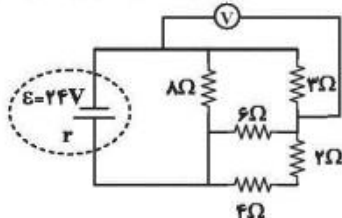
- (۱) ۴ (۲) $2/25$ (۳) $3/4$ (۴) $3/65$



در مدار شکل مقابل، مقاومت R چند اهم باشد تا فیوز ۱۰ آمپری نبرد؟

- (۱) حداقل $2/5$ (۲) حداکثر $2/5$ (۳) حداقل ۲ (۴) حداکثر ۲

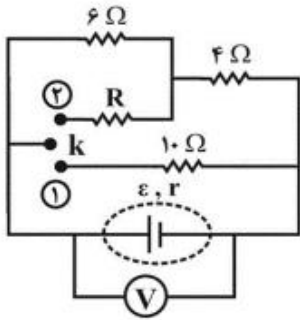
در مدار شکل زیر، اگر بیشترین توان مصرفی قابل تحمل هر یک از مقاومت‌های خارجی مدار برابر با $18W$ باشد، در حالتی که مدار بیش‌ترین توان مصرفی



را داشته باشد، در این حالت ولت‌سنج ایده‌آل چند ولت را نشان می‌دهد؟

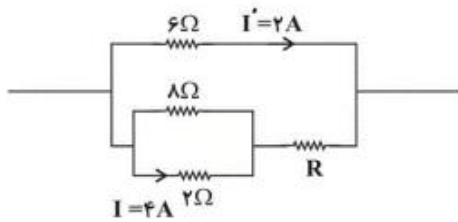
- (۱) ۶ (۲) ۸ (۳) ۴ (۴) ۷

در مدار شکل زیر، اگر کلید k را از وضعیت (۱) به وضعیت (۲) تغییر دهیم، عددی که ولتسنج ایده‌آل نشان می‌دهد، تغییری نمی‌کند. مقاومت R چند اهم است؟



- (۱) $\frac{6}{5}$
(۲) $\frac{5}{6}$
(۳) $\frac{4}{3}$
(۴) $\frac{3}{4}$

در شکل زیر، جریان گذرنده از مقاومت 6Ω و 2Ω داده شده است. اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R چند ولت است؟

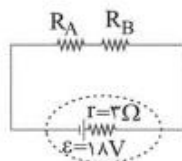
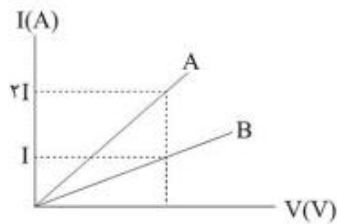


- (۱) ۴
(۲) ۶
(۳) ۸
(۴) ۱۲

یک مولد با نیروی محرکه $12V$ و مقاومت درونی 1Ω به همراه سه مقاومت $R_1 = 2\Omega$ ، $R_2 = 3\Omega$ و $R_3 = 6\Omega$ را به صورت دلخواه در مدار می‌بندیم. نسبت بیشترین جریانی که می‌تواند از این مولد عبور کند به کمترین جریانی که می‌تواند از آن عبور کند، کدام است؟

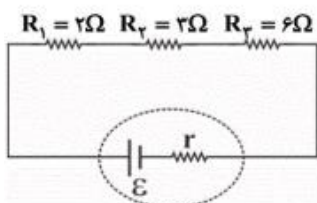
- (۱) ۱ (۲) ۶ (۳) ۱۱ (۴) ۱۲

نمودار جریان عبوری بر حسب اختلاف پتانسیل هر مقاومت $R_A = 2\Omega$ و R_B مطابق شکل زیر است. اگر این دو مقاومت را مطابق شکل زیر به دو سر یک مولد ببندیم، توان مفید مولد چند وات می‌شود؟



- (۱) ۹
(۲) ۲۷
(۳) ۲۴
(۴) ۱۲

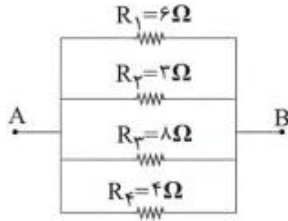
مطابق شکل زیر، اگر توان خروجی مولد برابر با ۱۱۰ وات باشد، توان مصرفی در مقاومت $R_2 = 3\Omega$ چند وات است؟



- (۱) ۲۰
(۲) $\frac{110}{3}$
(۳) $\frac{100}{3}$
(۴) ۳۰

۱۱

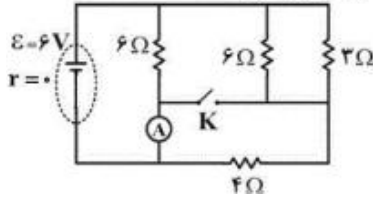
شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. در این مدار، کدامیک از مقاومت‌ها را حذف کنیم تا مقاومت معادل بین A و B مدار بیش‌ترین تغییر را داشته باشد؟



- (۱) R_1
- (۲) R_2
- (۳) R_3
- (۴) R_4

۱۲

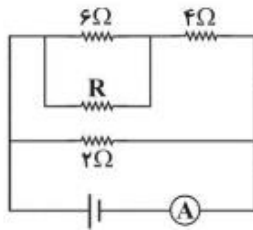
در مدار شکل زیر، اگر کلید K را ببندیم، جریان عبوری از آمپرسنج ایده‌آل چند آمپر تغییر می‌کند؟



- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۳
- (۴) ۴

۱۳

در مدار شکل زیر، جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی سه برابر جریان عبوری از مقاومت ۶ اهمی است. جریان عبوری از آمپرسنج ایده‌آل چند برابر

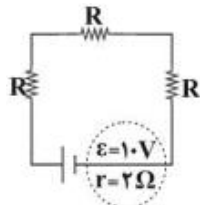


جریان عبوری از مقاومت ۴ اهمی است؟

- (۱) ۱۲
- (۲) ۴
- (۳) ۲
- (۴) ۸

۱۴

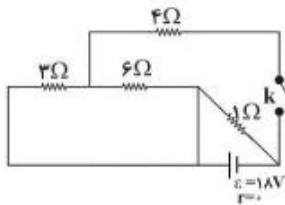
اگر سه مقاومت مشابه به صورت موازی به هم بسته شوند، مقاومت معادل 2Ω می‌شود. اگر این سه مقاومت را به صورت مقابل به دو سر یک باتری ببندیم توان خروجی باتری چند وات است؟



- (۱) $\frac{25}{2}$
- (۲) $\frac{75}{8}$
- (۳) $\frac{9}{2}$
- (۴) $\frac{1}{2}$

۱۵

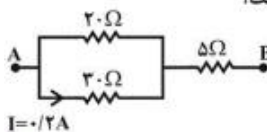
در مدار شکل زیر، پس از اتصال کلید k، جریان عبوری از مقاومت ۳ اهمی چند آمپر تغییر می‌کند؟



- (۱) ۱ آمپر کاهش می‌یابد.
- (۲) ۲ آمپر افزایش می‌یابد.
- (۳) ۱ آمپر افزایش می‌یابد.
- (۴) تغییری نمی‌کند.

۱۶

در شکل زیر که قسمتی از یک مدار الکتریکی است، اندازه اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه A و B چند ولت است؟

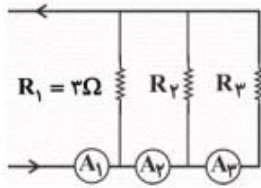


- (۱) $3/4$
- (۲) $8/5$
- (۳) $1/2$
- (۴) $3/4$

۱۷

شکل زیر قسمتی از یک مدار الکتریکی را نشان می‌دهد. آمپرسنج‌های ایده‌آل A_1 ، A_2 و A_3 به ترتیب ۵، ۳ و ۲/۵ آمپر را نشان می‌دهند. اگر

$R_1 = 3\Omega$ باشد، مقاومت‌های R_2 و R_3 به ترتیب از راست به چپ چند اهم می‌باشند؟



(۱) ۶ و ۲

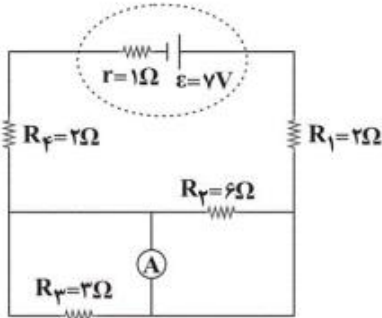
(۲) ۳ و ۲

(۳) ۱۲ و ۲/۴

(۴) ۳ و ۶

۱۸

در مدار شکل مقابل آمپرسنج ایده‌آل چه عددی را بر حسب آمپر نشان می‌دهد؟



(۱) ۱

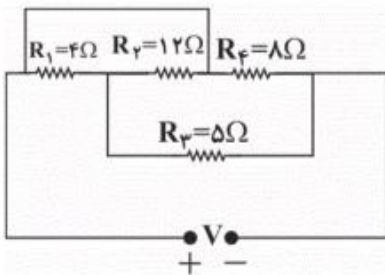
(۲) ۲

(۳) ۱/۴

(۴) ۲/۸

۱۹

در مدار شکل زیر، توان مصرفی مقاومت R_2 چند برابر توان مصرفی مقاومت R_1 است؟



(۱) $\frac{32}{9}$

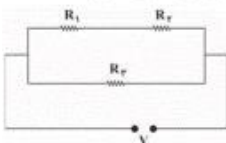
(۲) $\frac{9}{32}$

(۳) $\frac{8}{3}$

(۴) $\frac{3}{8}$

۲۰

در مدار شکل زیر، مقاومت‌ها با یکدیگر کاملاً مشابه می‌باشند. اگر توان مصرفی مقاومت R_1 برابر P باشد، توان مصرفی کل مدار کدام است؟



(۱) $4P$

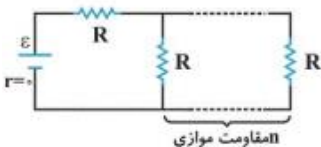
(۲) $3P$

(۳) $6P$

(۴) $\frac{9}{4}P$

۲۱

در مدار شکل زیر، اگر n به $n+1$ تبدیل شود، شدت جریان عبوری از باتری $\frac{16}{15}$ برابر می‌شود. n کدام است؟



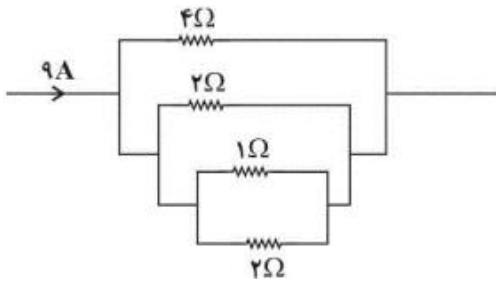
(۱) ۵

(۲) ۴

(۳) ۳

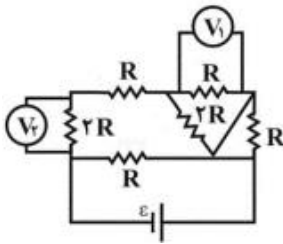
(۴) ۲

۲۲ در شکل زیر، جریان گذرنده از مقاومت یک اهمی چند آمپر است؟



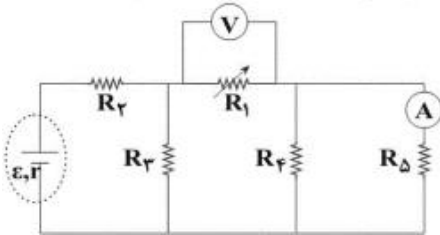
- (۱) ۴
(۲) ۲
(۳) ۶
(۴) ۳

۲۳ در مدار زیر، اگر ولتسنج ایده‌آل V_1 عدد ۲۰ ولت را نشان دهد، ولتسنج ایده‌آل V_2 چند ولت را نشان خواهد داد؟



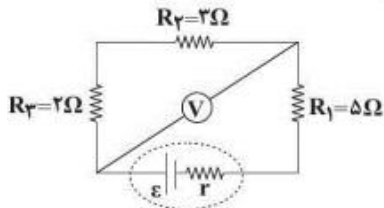
- (۱) ۴۰
(۲) ۱۰
(۳) ۲۰
(۴) ۶۰

۲۴ در مدار شکل زیر، اگر مقاومت متغیر R_1 کاهش یابد، مقادیری که ولتسنج ایده‌آل و آمپرسنج ایده‌آل نشان می‌دهند به ترتیب از راست به چپ چگونه تغییر می‌کنند؟



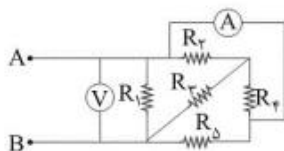
- (۱) افزایش - افزایش
(۲) افزایش - کاهش
(۳) کاهش - افزایش
(۴) کاهش - کاهش

۲۵ در مدار شکل زیر ولتسنج ایده‌آل $10V$ را نشان می‌دهد. توان خروجی مولد چند وات است؟



- (۱) ۱۰
(۲) ۲۰
(۳) ۳۰
(۴) ۴۰

۲۶ در مدار شکل زیر، مقاومت معادل بین دو نقطه A و B چند اهم است؟ (آمپرسنج و ولتسنج ایده‌آل هستند.)

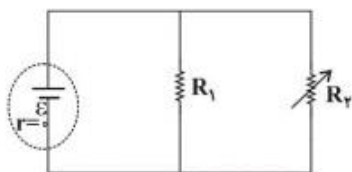


$$(R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2R_5 = 6\Omega)$$

- (۱) ۲
(۲) ۱
(۳) $\frac{5}{3}$
(۴) $\frac{2}{5}$

۲۷

اگر در مدار شکل مقابل مقاومت متغیر R_p کاهش یابد ...



(۱) اختلاف پتانسیل دو سر R_p کم می‌شود.

(۲) جریان R_1 ثابت می‌ماند.

(۳) جریان R_1 زیاد می‌شود.

(۴) توان مصرفی مقاومت R_p کاهش می‌یابد.

۲۸

یک مولد با نیروی محرکه $12V$ و مقاومت درونی 1Ω به همراه سه مقاومت $R_1 = 2\Omega$ ، $R_2 = 3\Omega$ و $R_3 = 6\Omega$ را به صورت دلخواه در مداری

می‌بندیم. نسبت بیشترین جریانی که می‌تواند از این مولد عبور کند به کمترین جریانی که می‌تواند از آن عبور کند، کدام است؟

(۴) ۱۲

(۳) ۱۱

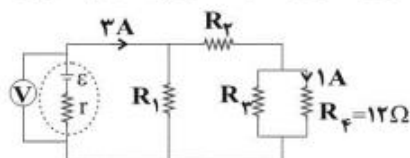
(۲) ۶

(۱) ۱

۲۹

در مدار شکل زیر عددی که ولت‌سنج ایده‌آل نشان می‌دهد ۱۸ ولت و مجموع توان مصرفی مقاومت‌های R_1 و R_2 برابر ۱۵

وات است. حاصل $R_1 + R_2 + R_3$ چند اهم است؟



(۱) ۴۰

(۲) ۴۸

(۳) ۳۶

(۴) ۲۴

۳۰

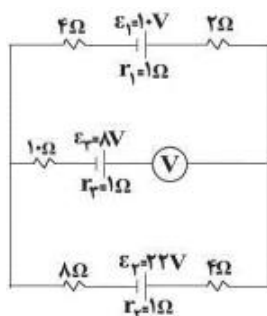
در مدار روبه‌رو ولت‌سنج چند ولت را نشان می‌دهد؟

۱ صفر

۲ ۶/۲

۳ ۵/۶

۴ ۱۳/۶



پاسخنامه کلیدی



۱.۵

۱.۴

۴.۳

۳.۲

۱.۱

۴.۱۰

۳.۹

۲.۸

۱.۷

۱.۶

۲.۱۵

۳.۱۴

۲.۱۳

۳.۱۲

۲.۱۱

۳.۲۰

۱.۱۹

۳.۱۸

۳.۱۷

۲.۱۶

۴.۲۵

۳.۲۴

۴.۲۳

۱.۲۲

۳.۲۱

۲.۳۰

۱.۲۹

۲.۲۸

۲.۲۷

۱.۲۶



نکته های بیشتر

مغناطیس



❖ خاصیت آهن ربایی

ویژگی که در بعضی از مواد مانند آهن، نیکل و کبالت وجود دارد که باعث می‌شود بر مواد مغناطیسی دیگر تأثیر بگذارد (جذب یا دفع کند) را «خاصیت آهن ربایی» گویند. ماده کانی مگنتیت (Fe_3O_4).

نکته



❶ خاصیت مغناطیسی مواد به علت حرکت بارهای الکتریکی موجود در آنهاست. بنابراین اگر بار الکتریکی حرکت کند در اطراف آن خاصیت آهن ربایی ایجاد می‌شود (بار متحرک ضمن آن که در اطراف خود میدان الکتریکی ایجاد می‌کند میدان مغناطیسی نیز به وجود می‌آورد).

❷ دو بار الکتریکی ساکن بر یکدیگر نیروی الکتریکی وارد می‌کنند. اما اگر حرکت کنند نیروی مغناطیسی نیز وارد می‌کنند.

یعنی: اگر دو بار الکتریکی که نسبت به یکدیگر حرکت می‌کنند علاوه بر نیروی الکتریکی نیروی مغناطیسی نیز بر یکدیگر وارد می‌کنند بار الکتریکی متحرک در میدان مغناطیسی منحرف می‌شود، زیرا بر آن نیرو وارد می‌شود اما بار ساکن منحرف نمی‌شود.

❖ مواد مغناطیسی

خاصیت آهن ربایی در برخی مواد مانند آهن، نیکل، کبالت و آلیاژهای آنها وجود دارد. به این نوع مواد «مواد مغناطیسی» گویند.

❖ مواد غیرمغناطیسی

تمامی مواد به غیر از مواد ذکر شده بالا غیرمغناطیسی هستند؛ مانند: چوب، شیشه، پلاستیک و ...

❖ قطب‌های آهن ربا

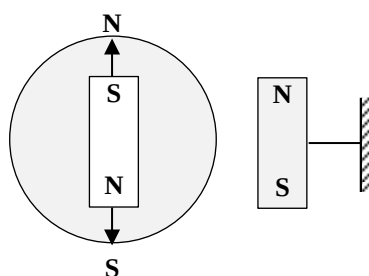
در هر آهن ربا (با هر شکل) دو ناحیه یا مکان وجود دارد که خاصیت آهن ربایی آنها بیشتر از سایر قسمت‌ها می‌باشد. به این نواحی «قطب‌های آهن ربا» گویند.

❖ تأثیر قطب‌های آهن ربا بر یکدیگر

قطب‌های همنام آهن ربا یکدیگر را دفع و قطب‌های غیرهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند.

❖ خاصیت آهنربایی زمین

چون هسته زمین مذاب است، بنابراین حرکت بارهای درون هسته باعث می‌شود که زمین مانند یک آهنربا عمل کند. چنانچه آهنربایی تحت تأثیر میدان مغناطیسی زمین قرار گیرد بر آن نیرو وارد شده و در راستای تقریبی شمال و جنوب جغرافیایی زمین می‌ایستد. در نتیجه قطبی از آهنربا که به سمت شمال زمین قرار گیرد «قطب شمال» و قطب دیگر را «قطب جنوب» آهنربا گویند.



❖ نامگذاری قطب‌های یک آهنربا

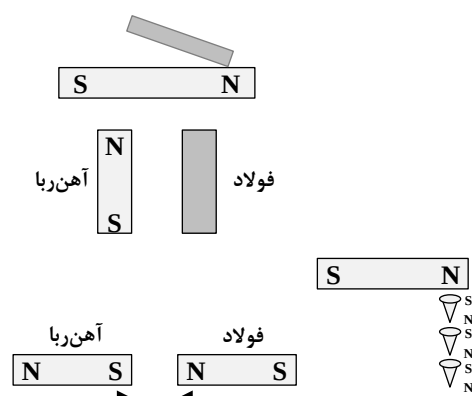
مطابق شکل، اگر آهنربای میله‌ای را از گرانیگاه آن توسط یک نخ در استوا در راستای افقی زمین آویزان کنیم، پس از تعادل آهنربا تقریباً در راستای شمال- جنوب جغرافیایی زمین قرار می‌گیرد. در این حالت قطبی از آهنربا که به سمت شمال زمین است را قطب شمال و قطب دیگر را قطب جنوب گویند. به این ترتیب

قطب‌های یک آهنربا نامگذاری می‌شوند که با نمادهای «شمال N» و «جنوب S» مشخص می‌شوند. توجه داریم قطب‌های مغناطیسی زمین بر عکس قطب‌های جغرافیایی آن است. یعنی قطب مغناطیسی شمال زمین در جنوب و قطب مغناطیسی جنوب در شمال جغرافیایی آن قرار دارد.

❖ روش‌های ایجاد خاصیت آهنربایی در تیغه فولادی

به سه روش می‌توان در یک تیغه فولادی خاصیت آهنربایی ایجاد کرد. این سه روش عبارتند از:

- (۱) مالش
- (۲) القای مغناطیسی
- (۳) الکتریکی



❖ مالش

در این روش یک قطب از آهنربا را در یک جهت روی تیغه فولادی چندین بار حرکت می‌دهیم (می‌مالیم) در نتیجه میله فولادی تبدیل به آهنربا می‌شود.

❖ القای مغناطیسی

در این روش آهنربایی را در نزدیکی یک میله فولادی قرار می‌دهیم تا در آن خاصیت مغناطیسی ظاهر شود. در این روش نیازی به تماس آهنربا و میله فولادی نمی‌باشد و همواره آهنربا میله فولادی را جذب می‌کند. زیرا در فولادی قسمتی که به آهنربا نزدیک می‌شود همیشه قطب غیرهمنام القا می‌شود.

نکته



(۳) نیروی بین دو آهنربا ممکن است جاذبه یا دافعه باشد. اما در القا همیشه نیروی بین آهنربا و میله فولادی جاذبه است.

(۴) برای تشخیص قطب‌های یک آهنربا، از خاصیت رانشی میان قطب‌های همنام استفاده کنید.



یک آهن و یک آهنربا که از نظر ظاهر کاملاً مشابه یکدیگرند در اختیار داریم. تنها با مشاهده برهم‌کنش آنها بر یکدیگر، کدام گزینه در مورد تشخیص آهن و قطب‌های آهنربا درست است؟
 (۱) آهنربا مشخص شده ولی قطب‌های آن مشخص نمی‌شود (۲) آهنربا و قطب‌هایش مشخص می‌شود
 (۳) نه آهنربا و نه قطب‌هایش مشخص نمی‌شوند (۴) اظهار نظر قطعی ممکن نیست

عقربه مغناطیسی



یک آهنربای کوچک که معمولاً با نماد روبه‌رو نشان داده می‌شود «عقربه مغناطیسی» گفته می‌شود.

میدان مغناطیسی

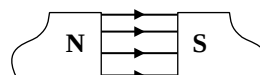
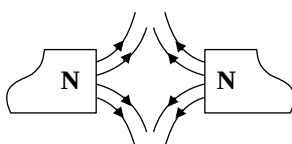
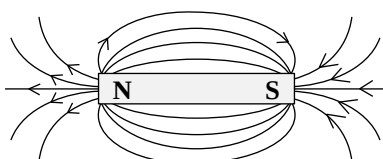
فضای اطراف هر آهنربا که در آن فضا بر عقربه مغناطیسی یا هر قطعه آهن نیرو وارد می‌شود را «میدان مغناطیسی» گویند. میدان مغناطیسی کمیت برداری است که با نماد $\vec{B}$ نشان داده می‌شود.

تعیین جهت میدان مغناطیسی

برای تعیین جهت میدان مغناطیسی هر آهنربا از عقربه مغناطیسی استفاده می‌کنیم. بنابراین جهت میدان مغناطیسی اطراف آهنربا در جهت نیرویی است که به قطب N عقربه مغناطیسی وارد می‌شود. عقربه مغناطیسی همواره مماس بر خطوط میان مغناطیسی قرار می‌گیرد.

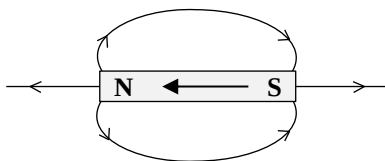
خط‌های میدان مغناطیسی (مشاهده طرح خطوط میدان مغناطیسی)

برای نشان دادن میدان مغناطیسی نیز مانند هر کمیت برداری دیگر از خط‌های جهت‌دار استفاده می‌کنیم. همچنین میدان مغناطیسی باید به گونه‌ای باشد که تمام ویژگی این کمیت را نشان دهد. خط‌های میدان باید طوری رسم شوند که در هر نقطه راستای میدان آهنربا بر آنها مماس باشد. شکل مقابل نشان می‌دهد که جهت میدان در داخل و خارج آهنربا مخالف یکدیگرند.



ویژگی‌های خطوط میدان مغناطیسی آهن‌ربا

۱. جهت میدان مغناطیسی در جهت نیرویی است که بر قطب N عقربه مغناطیسی وارد می‌شود. عقربه مغناطیسی در هر نقطه بر خطوط میدان مماس است.



۲. خطوط میدان مغناطیسی همواره بسته می‌باشند. به همین جهت میدان در خارج و داخل آهن‌ربا خلاف جهت یکدیگرند. در خارج آهن‌ربا از قطب N به S و در داخل آهن‌ربا از قطب S به N است. ویژگی فوق نشان می‌دهد که آهن‌ربای یک قطبی وجود ندارد.

نکته



تک‌قطبی مغناطیسی وجود ندارد.

۳. تراکم خطوط میدان مغناطیسی نشان‌دهنده شدت میدان مغناطیسی است پس در قطب‌های آهن‌ربا شدت میدان مغناطیسی بیشتر است (آهن‌ربا دو قطب مغناطیسی دارد).

۴. خطوط میدان مغناطیسی هیچ‌گاه یکدیگر را قطع نمی‌کند. پس در هر نقطه از فضا تنها یک میدان مغناطیسی وجود دارد.

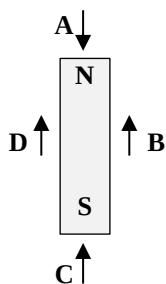


در اطراف یک آهن‌ربای تیغه‌ای جهت خطوط میدان مغناطیسی از و شدت میدان مغناطیسی در بیشتر است.

(۱) S به N - قطبین (۲) S به N - وسط آهن‌ربا (۳) N به S - وسط آهن‌ربا (۴) N به S - قطبین



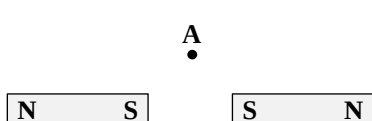
چهار نقطه A، B، C و D روی یک صفحه قرار دارند و آهن‌ربای تیغه‌ای نیز روی همین صفحه است. در کدام نقطه میدان مغناطیسی حاصل از آهن‌ربا درست نشان داده شده است؟



- (۱) D
- (۲) C
- (۳) B
- (۴) A



جهت میدان مغناطیسی در نقطه A که فقط حاصل اثر دو آهنربای مشابه می باشد، کدام است؟ (۷۷ ریاضی)



- (۱) ↓
(۲) ↑
(۳) ←
(۴) →



اگر انتهای میله مغناطیسی A، انتهای میله مغناطیسی B را جذب و انتهای میله مغناطیسی C را دفع کند، کدام یک از گزینه های زیر در مورد میله های مغناطیسی درست است؟

- (۱) میله B حتماً آهنرباست
(۲) میله C آهنربا نیست
(۳) میله B ممکن است آهنربا باشد
(۴) میله A آهنربا نیست

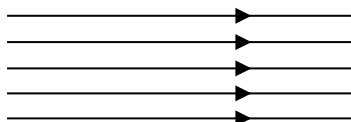


جهت میدان مغناطیسی درون زمین از قطب به سمت قطب می باشد.

- (۱) شمال جغرافیایی، جنوب مغناطیسی
(۲) شمال مغناطیسی، جنوب مغناطیسی
(۳) جنوب جغرافیایی، شمال جغرافیایی
(۴) جنوب مغناطیسی، شمال مغناطیسی

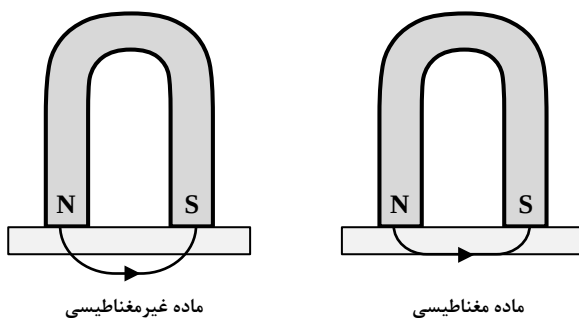
میدان مغناطیسی یکنواخت

میدانی که بزرگی و جهت آن ثابت باشد (بردار میدان ثابت باشد) را میدان مغناطیسی یکنواخت گویند ($\vec{B} = cte$).

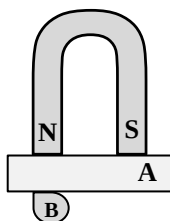


◆ نفوذ میدان مغناطیسی از مواد مختلف

خطوط میدان مغناطیسی از مواد غیرمغناطیسی به راحتی عبور می‌کند مانند چوب، شیشه، مس و ... اما از مواد مغناطیسی مانند آهن، نیکل و کبالت عبور نمی‌کند. شکل‌های زیر این پدیده را به خوبی نشان می‌دهند.



با توجه به شکل روبه‌رو جسم‌های A و B به ترتیب و از راست به چپ کدام مواد می‌توانند باشند؟



(۱) آهن - پلاستیک

(۲) آهن - فولاد

(۳) چوب - پلاستیک

(۴) چوب - فولاد



خطوط میدان مغناطیسی خطوط بسته‌ای هستند. این مطالب با کدام گزینه رابطه نزدیکی دارد؟

(۱) آهن‌ربای یک‌قطبی وجود ندارد

(۲) نیرو در راستای میدان است

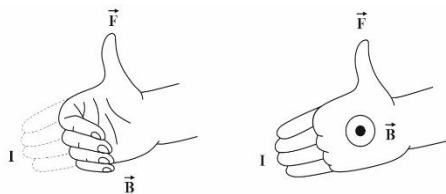
(۳) نزدیک آهن‌ربا میدان قوی است

(۴) میدان مغناطیسی از همه مواد عبور می‌کند

♦ ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی

همان گونه که قبلاً نیز گفته شد اگر بار الکتریکی حرکت نماید علاوه بر جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی نیز در اطراف خود به وجود می‌آورد. اگر حرکت، با سرعت ثابت باشد میدان مغناطیسی اطراف آن نیز ثابت است. اما اگر حرکت آن شتابدار باشد میدان مغناطیسی متغیر خواهد بود. در هر صورت اگر بار درون میدان مغناطیسی حرکت کند بر آن نیرو وارد می‌شود. در حالت اول نیرو ثابت و در حالت دوم متغیر است.

♦ تعیین جهت نیروی وارد بر بار متحرک در میدان مغناطیسی



برای تعیین جهت نیروی وارد بر هر ذره باردار از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم به طوری که میدان مغناطیسی عمود بر کف دست و در جهت خم شدن چهار انگشت و حرکت ذره (سرعت $\vec{v}$) در جهت چهار انگشت باز باشد انگشت شست جهت نیروی وارد بر ذره را نشان می‌دهد. شکل‌های روبه-رو جهت نیروی وارد بر ذره باردار را نشان می‌دهد.

نکته

۵) اگر علامت بار، منفی باشد همین قاعده را می‌توان با دست چپ اجرا کرد.

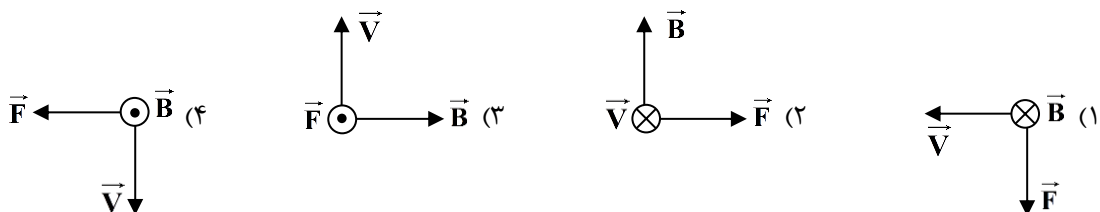


نیروی وارده از طرف میدان مغناطیسی بر یک الکترون متحرک چگونه است؟

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| (۱) در جهت میدان و عمود بر مسیر | (۲) در راستای میدان |
| (۳) عمود بر میدان و عمود بر مسیر | (۴) عمود بر میدان و در جهت حرکت |



یک الکترون با سرعت v عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ حرکت می‌کند و به آن نیروی $\vec{F}$ وارد می‌شود. کدام شکل وضعیت این سه بردار را درست نشان می‌دهد؟



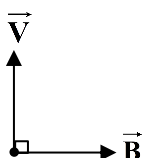


فرض کنید در فضایی میدان مغناطیسی از غرب به سمت شرق وجود داشته باشد. اگر ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت در خلاف جهت میدان مغناطیسی در این فضا حرکت کند، نیروی وارد بر ذره چگونه است؟

- (۱) رو به جنوب اثر می‌کند (۲) رو به شمال اثر می‌کند
(۳) صفر است (۴) نیرو در جهت میدان بر ذره اثر می‌کند



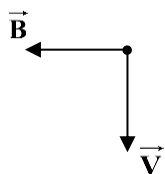
شکل زیر، سرعت الکترون را در یک میدان مغناطیسی نشان می‌دهد. جهت نیروی وارد بر الکترون در این لحظه کدام است؟



- (۱) $\otimes$
(۲) $\odot$
(۳) $\leftarrow$
(۴) $\rightarrow$



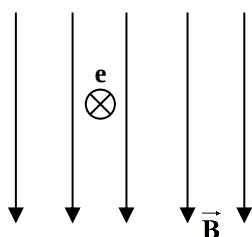
الکترونی عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی مطابق شکل زیر، در حرکت است و نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ به آن وارد می‌شود. جهت میدان $\vec{B}$ کدام است؟ (تقریبی ۱۴۰۱)



- (۱) بالا
(۲) راست
(۳) درون‌سو
(۴) برون‌سو



الکترونی با سرعت V در میدان مغناطیسی B در حرکت است و B و V در همین صفحه قرار دارند. در لحظه نشان داده‌شده، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون کدام است؟ (تقریبی ۱۴۰۲)



- (۱) $\leftarrow$
(۲) $\rightarrow$
(۳) $\uparrow$
(۴) $\downarrow$



در شکل زیر، الکترونی به صورت درون سو وارد میدان مغناطیسی یکنواخت می شود. در این لحظه، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر الکترون به کدام جهت است؟ (ریاضی خارج ۱۴۰۲)

- (۱)
(۲)
(۳)
(۴) ↓

❖ محاسبه بزرگی نیروی وارد بر ذره باردار در میدان مغناطیسی

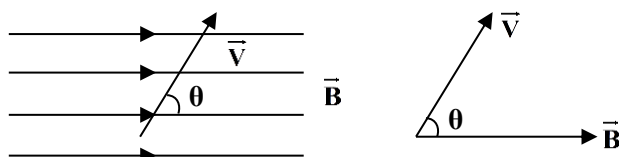
اندازه نیروی وارد بر ذره باردار متحرک در میدان مغناطیسی یکنواخت به عوامل زیر بستگی دارد:

(۱) اندازه بار الکتریکی: $F \propto q$

(۲) بزرگی سرعت بار: $F \propto V$

(۳) شدت میدان مغناطیسی: $F \propto B$

(۴) زاویه بین سرعت و میدان $F \propto \sin\theta$



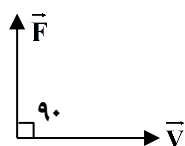
در نتیجه بزرگی نیرو از رابطه روبه رو به دست می آید:

$$F_{(N)} = B_{(T)} q_{(e)} V_{(m/s)} \sin\theta$$

❖ حالت های ویژه

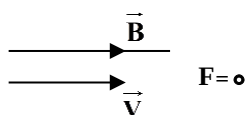
حالت الف) اگر بار الکتریکی (ذره باردار) عمود بر میدان حرکت کند بیشترین نیرو بر آن وارد می شود

یعنی:



$$F_{(N)} = B_{(T)} q_{(e)} V_{(m/s)}$$

حالت ب) اگر ذره باردار موازی میدان مغناطیسی حرکت کند هیچ نیرویی بر آن وارد نمی شود ($\theta = 0^\circ, \theta = 180^\circ$).





بار الکتریکی $2 \mu\text{C}$ با سرعت $5 \times 10^4 \text{ m/s}$ و در راستای افق از یک میدان مغناطیسی قائم که بزرگی آن 0.4 T می‌باشد، می‌گذرد. بزرگی نیروی وارد بر بار الکتریکی چند نیوتن است؟



در مثال قبل بار الکتریکی در چه راستایی بر حسب درجه نسبت به خطوط میدان حرکت کند تا بزرگی نیروی وارد بر آن نصف شود؟



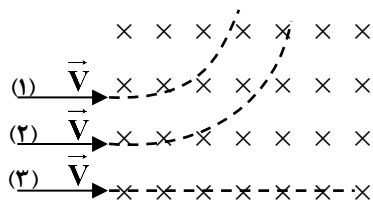
یک دسته الکترون در راستای افقی از غرب به شرق حرکت می‌کنند. اگر الکترون‌ها از میدان مغناطیسی یکنواختی که در راستای قائم به سمت بالا است عبور کنند به کدام سمت منحرف خواهند شد؟



ذره با بار الکتریکی $q = +2 \mu\text{C}$ وارد میدان مغناطیسی $\vec{B} = 0.2 \vec{i} - 0.3 \vec{j}$ (بر حسب تسلا) می‌گردد. در یک لحظه سرعت ذره، $\vec{v} = 2 \times 10^5 \vec{i} - 3 \times 10^5 \vec{j}$ (بر حسب متر بر ثانیه) است. نیروی وارد بر ذره در این لحظه چند نیوتن است؟



مطابق شکل سه ذره وارد میدان مغناطیسی یکنواخت درون سو می‌شود. اگر سرعت هر سه ذره یکسان باشد (هم‌اندازه)، کدام گزینه در مورد آنها درست است؟ (نقطه چین‌ها مسیر حرکت ذره‌هاست).



(۱) ذره‌های ۱ و ۲ بار منفی هم‌اندازه دارند و ذره ۳ بدون بار است

(۲) ذره ۱ بار منفی، ذره ۲ بار مثبت و ذره ۳ خنثی است

(۳) بار ذره‌های ۱ و ۲ هر دو مثبت اما بار ذره ۱ بیشتر از ذره ۲ و ذره ۳

خنثی است

(۳) بار ذره‌های ۱ و ۲ هر دو منفی است اما بار ذره ۲ بیشتر از ذره ۱ و

ذره ۳ خنثی است



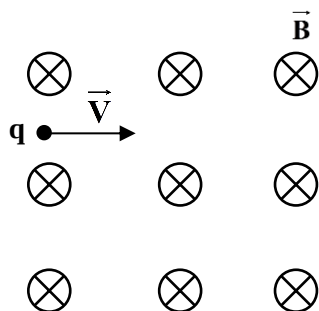
الکترونی با سرعت v در راستای غرب به شرق حرکت می‌کند. اندازه سرعت آن چند m/s باشد تا به‌طور موازی سطح زمین حرکت کند. (جهت حرکت از غرب به شرق یا از شرق به غرب است؟)

$$(g = 10 \frac{m}{s^2}, B = 5 \times 10^{-5} T, e = 1.6 \times 10^{-19} C, m = 9.1 \times 10^{-31} kg)$$



مطابق شکل زیر، پروتونی با سرعت $\vec{v} = (10^4 m/s) \hat{i}$ وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $170 G$ می‌شود. اگر تنها نیروی مغناطیسی به پروتون وارد شود، شتاب حرکتش در این لحظه در SI کدام است؟ (بار

الکتریکی پروتون $1.6 \times 10^{-19} C$ و جرم آن 1.67×10^{-27} است.) (تقریبی خارج ۱۴۰۰)



$$(1) \frac{1}{6} \times 10^{10} \hat{j}$$

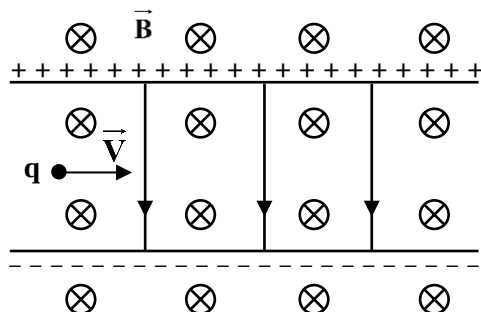
$$(2) \frac{1}{6} \times 10^{10} \hat{i}$$

$$(3) \frac{1}{6} \times 10^8 \hat{j}$$

$$(4) \frac{1}{6} \times 10^8 \hat{i}$$



مطابق شکل زیر، ذره‌ای به بار $q = 2\mu\text{C}$ با جرم ناچیز با تندی $v = 2 \times 10^4 \text{ m/s}$ در جهت نشان داده شده که عمود بر میدان‌های یکنواخت $B = 0.2 \text{ T}$ و $E = 500 \text{ N/C}$ است. وارد فضای این میدان‌ها می‌شود. نیروی خالص وارد بر ذره در لحظه ورود به میدان‌ها چند نیوتن است (تقریبی ۱۴۰۰)



- (۱) صفر
(۲) 3×10^{-4}
(۳) 2×10^{-4}
(۴) $1/8 \times 10^{-3}$



میدان مغناطیسی یکنواختی در راستای قائم و به سمت بالا می‌باشد. ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت در راستای قائم از بالا به پایین حرکت می‌کند به کدام سمت منحرف می‌شود؟

- (۱) مشرق (۲) منحرف نمی‌شود (۳) مغرب (۴) شمال

نکته



۶ اگر بار الکتریکی q در میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی عمود بر هم به‌طور عمود حرکت کند، رابطه بین میدان الکتریکی و میدان مغناطیسی به‌صورت روبه‌رو است:

$$E = VB$$

نکته



۷ کار انجام شده توسط نیروی الکترومغناطیسی وارد به یک ذره، همواره برابر با صفر است. با توجه به این که کار انجام شده توسط نیروی الکترومغناطیسی برابر با صفر است، طبق قضیه کار و انرژی نتیجه می‌گیریم که نیروی الکترومغناطیسی وارد به یک ذره:

الف) انرژی جنبشی آن را تغییر نمی‌دهد.

ب) اندازه سرعت (تندی) ذره را تغییر نمی‌دهد، بلکه جهت سرعت ذره را تغییر می‌دهد.



یک ذره باردار از یک میدان مغناطیسی یکنواخت می‌گذرد. کار انجام‌شده توسط نیروی وارد بر ذره از طرف میدان:

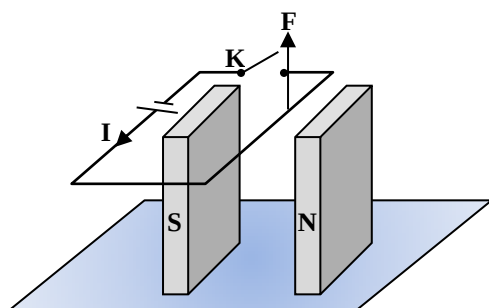
- (۱) اگر بار ذره مثبت باشد، مثبت است
- (۲) بدون توجه به علامت بار مثبت است
- (۳) برابر با صفر است
- (۴) به علامت بار ذره بستگی دارد



ذره‌ای باردار از یک میدان مغناطیسی یکنواخت می‌گذرد، نیروی وارد بر این ذره از طرف میدان:

- (۱) در جهت حرکت ذره است
- (۲) بدون توجه به علامت بار، انرژی جنبشی آن را افزایش می‌دهد
- (۳) اگر بار ذره مثبت باشد انرژی جنبشی آن را زیاد و اگر بار ذره منفی باشد انرژی جنبشی آن را کم می‌کند
- (۴) انرژی جنبشی ذره را تغییر نمی‌دهد

❖ سیم حامل جریان الکتریکی ثابت (نیروی مغناطیسی وارد بر رسانای حامل جریان)



اگر از یک سیم رسانا جریان الکتریکی بگذرد به این معنی است که بارهای الکتریکی زیادی از آن عبور می‌کنند و بار متحرک در اطراف خود میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند. پس می‌توان نتیجه گرفت سیم حامل جریان الکتریکی مانند یک آهن‌ربا عمل می‌کند. حال اگر این سیم درون میدان مغناطیسی خارجی قرار گیرد بر آن نیرو وارد می‌شود. درست مانند نیروی بین دو آهن‌ربا. با آزمایش ساده زیر می‌توان نشان داد که بر سیم حامل جریان الکتریکی نیروی مغناطیسی وارد می‌شود.

نکته

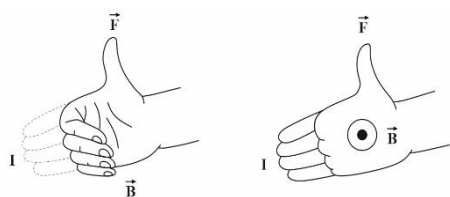


۸) داریم اگر جهت جریان در سیم عوض شود جهت نیروی وارد بر سیم نیز عوض خواهد شد.

برای نمایش کمیت‌های جهت‌دار که بر صفحه کاغذ عمود باشند از دو نماد زیر به صورت قرارداد استفاده می‌کنیم:

اگر کمیت عمود بر صفحه و به طرف داخل صفحه باشد از نماد $\otimes$ و اگر به طرف بیرون صفحه باشد از نماد $\odot$ استفاده می‌کنیم.

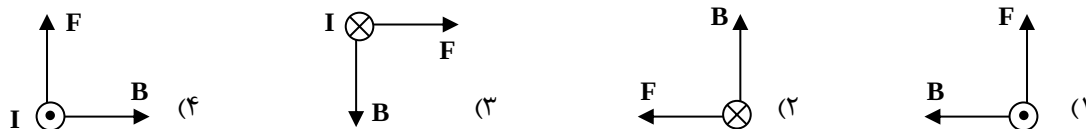
تعیین جهت نیرو



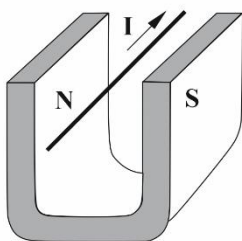
برای تعیین جهت نیروی وارد بر سیم حامل جریان از قاعده دست راست مطابق شکل‌های روبه‌رو استفاده می‌کنیم. اگر میدان مغناطیسی عمود بر کف دست و جهت آن در جهت خم شدن چهار انگشت باشد و چهار انگشت باز جهت جریان در سیم را نشان دهد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر سیم را تعیین می‌کند.



در شکل‌های زیر، کدام یک جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان I را درست نشان می‌دهد؟



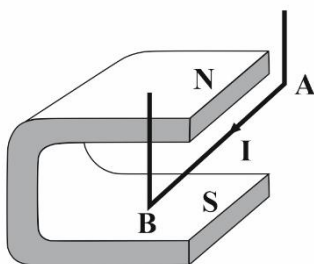
یک سیم افقی مطابق شکل از میان قطب‌های یک آهن‌ربای U شکل عبور کرده است. اگر جریانی در جهت نشان داده‌شده در سیم برقرار شود، سیم به کدام طرف منحرف خواهد شد؟



- (۱) راست
- (۲) چپ
- (۳) بالا
- (۴) پایین

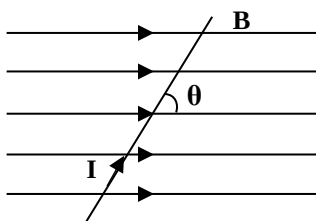


میله سبک AB مطابق شکل، بین دو شاخه آهن‌ربای NS آویخته شده است. هرگاه در میله، جریان الکتریکی از A به طرف B جاری شود، میله به کدام سمت کشیده می‌شود؟



- (۱) بالا
- (۲) پایین
- (۳) راست
- (۴) چپ

محاسبه بزرگی نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان ثابت



اندازه نیروی وارد بر سیم حامل جریان الکتریکی به عوامل زیر بستگی دارد:

(۱) اندازه شدت عبوری از سیم: $F \propto I$

(۲) بزرگی (شدت) میدان مغناطیسی: $F \propto B$

(۳) طول قسمتی از سیم که در درون میدان قرار دارد: $F \propto L$

(۴) سینوس زاویه بین شدت جریان و میدان: $F \propto \sin \theta$

$$F_{(N)} = B_{(T)} I_{(A)} L_{(m)} \sin \theta$$

نکته



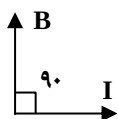
9) نیروی الکترومغناطیسی (F) بر صفحه‌ای که B و I در آن قرار دارند «عمود» است.

حالت های ویژه

حالت الف) اگر سیم حامل جریان بر میدان مغناطیسی

عمود باشد در این وضعیت بر سیم حامل جریان بیشینه

نیرو وارد می‌شود.



$$F_{(N)} = B_{(T)} I_{(A)} L_{(m)}$$

تعریف یک تسلا: یک تسلا بزرگی میدان مغناطیسی است که اگر سیم حامل جریان یک

آمپری به‌طور عمود در آن قرار گیرد، بر هر متر آن نیروی یک نیوتنی وارد شود.

$$1_{(T)} = \frac{1_{(N)}}{1_{(A)} \times 1_{(m)}}$$



سیمی به طول ۲ متر در میدان مغناطیسی یکنواخت 0.04 T قرار دارد. اگر جریان 5 A از سیم بگذرد،

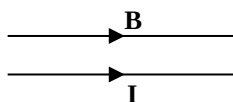
بیشترین نیروی وارد از طرف میدان مغناطیسی بر سیم، چند نیوتن است؟

نکته



۱۰) یکا شدت میدان مغناطیسی در SI، تسلا می‌باشد. اما یکای دیگر آن گوس است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$1_{(T)} = 10^4_{(G)} \quad 1_{(G)} = 10^{-4}_{(T)}$$



حالت ب) اگر سیم حامل جریان موازی میدان مغناطیسی باشد ($\theta = 0^\circ, \theta = 180^\circ$)، در

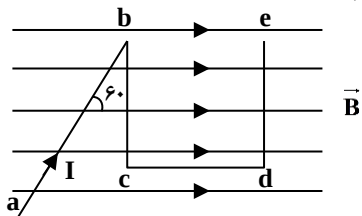
این حالت هیچ نیرویی بر آن وارد نمی‌شود.



یک سیم راست حامل جریان ۴ آمپری در میدان مغناطیسی یکنواخت 0.5 T به طور عمود قرار گرفته است. بر هر متر آن چند نیوتن وارد می‌شود؟

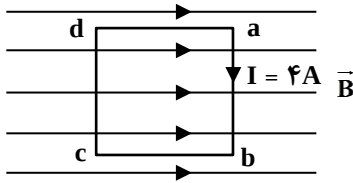


در شکل زیر جریان ۲ آمپری از سیم عبور می‌کند. اگر بزرگی میدان مغناطیسی 0.2 T باشد، اندازه و جهت نیروی وارد بر هر تکه سیم را تعیین کنید. ($bc = de = 40 \text{ cm}$, $ab = 50 \text{ cm}$)

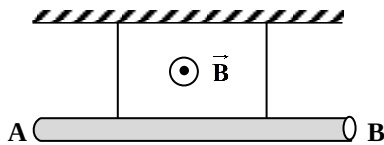




در شکل زیر اندازه و جهت نیروی وارد بر هر ضلع حلقه را تعیین کنید. ($\vec{B} = 0.6\text{T}$ ، $ab = cd = 20\text{ cm}$)



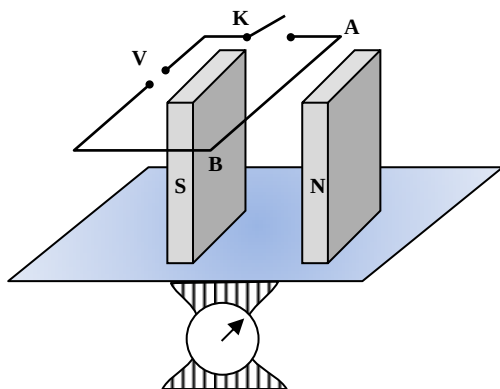
شکل مقابل قسمتی از یک رسانا (AB) به جرم 50 گرم و به طول 80 سانتی متر که توسط دو نخ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به شدت 0.5T آویزان است. اندازه شدت جریان عبوری و جهت آن چگونه باشد تا کشش نخ‌ها صفر شود؟



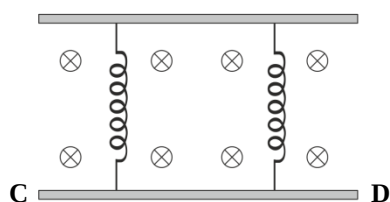
سیم عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B} = 0.4\vec{i} + 0.3\vec{j}$ تسلا قرار دارد. اگر از سیم شدت جریان 5 آمپر عبور کند، نیروی وارد بر 10 سانتی متر از آن، چند نیوتن خواهد بود؟



در شکل زیر سیم افقی AB در میدان مغناطیسی یکنواخت بین دو قطب معلق است و قبل از بستن کلید K ترازو عدد ۱۰ نیوتن را نشان می‌دهد. وقتی کلید K بسته شود، از سیم جریان ۲۰ آمپر می‌گذرد و ترازو عدد ۸ نیوتن را نشان می‌دهد. اگر طول سیم AB برابر با ۱۰ سانتی‌متر باشد، اندازه میدان مغناطیسی چند تسلا و جهت جریان در سیم کدام است؟



مطابق شکل زیر، میله CD به جرم ۱۶۰ گرم و طول ۸۰ سانتی‌متر به دو فنر مشابه آویخته شده و در یک میدان مغناطیسی یکنواخت که اندازه آن ۰/۴ تسلا است، به صوت افقی قرار دارد. از میله جریان چند آمپر و در چه جهتی عبور کند تا از طرف میله بر فنرها نیرویی وارد نشود؟ ($g = 10 \text{ m/s}^2$) (تقریبی فارغ ۱۳۹۸)

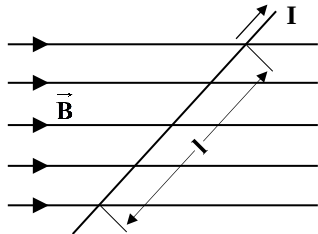


- (۱) ۵ و از C به طرف D
- (۲) ۵ و از D به طرف C
- (۳) ۲ و از C به طرف D
- (۴) ۲ و از D به طرف C



در شکل زیر، میدان مغناطیسی به صورت افقی در جهت غرب به شرق است و مقدار آن 500 گاوس است. سیم افقی است و جریان $I = 25A$ در جهت شمال شرقی از آن عبور می کند. اگر $l = 80cm$ زاویه بین سیم و میدان 37° باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر این قسمت از سیم، چند نیوتن و به کدام است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)

(تهری فارح ۱۳۹۶)



(۱) 0.8 ، قائم رو به پایین

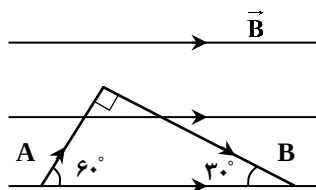
(۲) 0.6 ، قائم رو به پایین

(۳) 0.8 ، قائم رو به بالا

(۴) 0.6 ، قائم رو به بالا



مطابق شکل، سیم های A و B در میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0.5T$ قرار دارند و از آنها جریان یکسان $4A$ عبور می کند. اگر به سیم A، نیروی مغناطیسی به بزرگی 2 نیوتن وارد شود، اندازه برآیند نیروهای مغناطیسی وارد بر مجموعه (سیم های A و B) چند نیوتن است؟



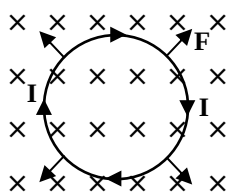
(۱) $2\sqrt{2}$

(۲) 4

(۳) 3

(۴) صفر

نکته

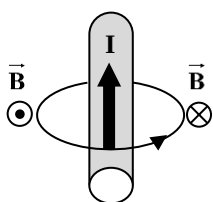


(۱) اگر یک حلقه بسته و حامل جریان در میدان مغناطیسی یکنواخت قرار داشته باشد، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر کل حلقه، برابر با صفر است. (چرا؟)

◆ آثار مغناطیسی ناشی از جریان الکتریکی در یک رسانا (آزمایش اورستد)

می‌دانیم حرکت و شارش بارهای الکتریکی در یک راستا باعث می‌شود تا میدان مغناطیسی در اطراف سیم به وجود آید. برای تعیین جهت و محاسبه مقدار میدان مغناطیسی به صورت زیر عمل می‌کنیم.

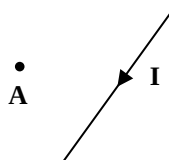
◆ تعیین جهت میدان مغناطیسی



اورستد با انجام یک آزمایش ساده توانست جهت میدان مغناطیسی اطراف سیم حامل جریان را به کمک یک عقربه مغناطیسی تعیین کند. ایشان با حرکت عقربه مغناطیسی در اطراف سیم حامل جریان مشاهده نمود که خطوط میدان مغناطیسی اطراف سیم به صورت حلقه‌های بسته به مرکزیت سیم تشکیل می‌شوند (مطابق شکل روبه‌رو).



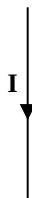
در هر یک از شکل‌های زیر با توجه به جهت جریان، جهت میدان مغناطیسی را در نقطه A تعیین کنید.



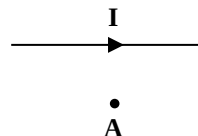
(۴)



(۳)



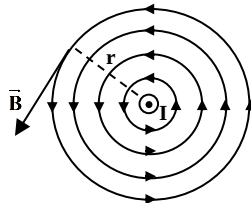
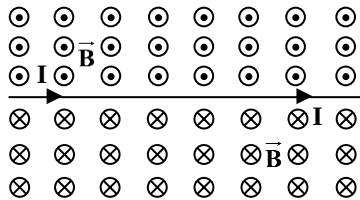
(۲)



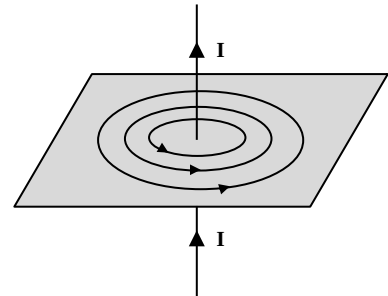
(۱)

❖ قاعده دست راست

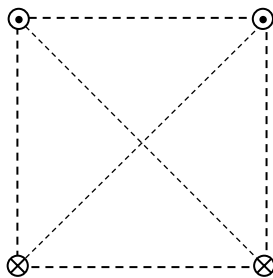
برای تعیین جهت میدان مغناطیسی ایجادشده توسط سیم حامل جریان از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم. طبق این قاعده اگر انگشت شست در جهت جریان در سیم باشد جهت خم شدن چهار انگشت جهت میدان را نشان می‌دهد. به شکل‌های زیر دقت کنید.



راستای سیم عمود بر صفحه کاغذ و جهت جریان به طرف بیرون کاغذ (برون سو) است.

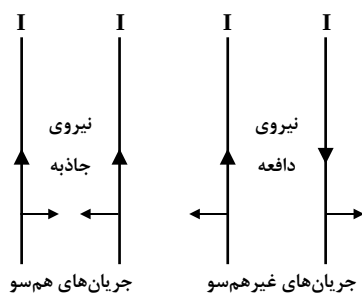


از چهار سیم راست و موازی جریان‌های مساوی می‌گذرد و مطابق شکل، مقطع آنها تشکیل مربعی را می‌دهند. جهت میدان مغناطیسی در مرکز مربع چگونه است؟



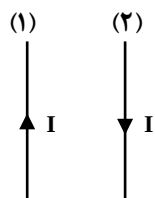
❖ نیرویی که دو سیم موازی حامل جریان بر یکدیگر وارد می‌کند

مطابق شکل روبه‌رو اگر جریان‌ها در سیم‌ها هم‌سو باشند نیروی بین دو سیم جاذبه و اگر خلاف جهت هم باشند، نیروی بین آنها دافعه خواهد بود.





از دو سیم مستقیم و موازی (۱) و (۲) مطابق شکل، جریان I عبور می‌کند. این دو سیم تحت تأثیر نیروی الکترومغناطیسی چگونه رفتار می‌کنند؟



- (۱) سیم (۱) به سمت داخل صفحه و سیم (۲) به سمت خارج رانده می‌شود
- (۲) سیم (۱) به سمت خارج صفحه و سیم (۲) به سمت داخل رانده می‌شود
- (۳) دو سیم یکدیگر را می‌رانند
- (۴) دو سیم یکدیگر را می‌ربایند



از سیم راستی جریان ثابتی عبور می‌کند. اگر بار مثبت و کوچکی، موازی با سیم و در جهت جریان حرکت کند، چه وضعی برای آن پیش می‌آید؟ (۷۸ ریاضی)

- (۱) از سیم دفع می‌شود
- (۲) به سمت سیم کشیده می‌شود
- (۳) در جهت حرکت، بر آن نیرو وارد می‌شود
- (۴) بر آن نیرویی که باعث انحراف آن شود، وارد نمی‌شود

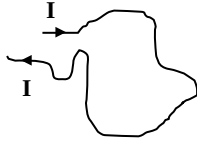


وقتی از دو سیم موازی جریان در یک جهت عبور کند، کدام حالت رخ می‌دهد؟

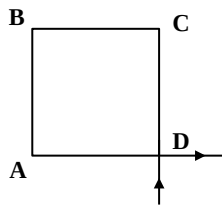
- (۱) همدیگر را دفع می‌کنند
- (۲) همدیگر را جذب می‌کنند
- (۳) روی هم تأثیر ندارند
- (۴) به‌طور موازی به حرکت در می‌آیند



سیم بسیار نازک و بسیار نرم مطابق شکل روبه‌رو روی یک سطح بدون اصطکاک افقی قرار گرفته است. اگر دو سر سیم را به پایانه‌های یک باتری وصل کنیم، وضعیت سیم چگونه خواهد شد؟



جریان پیوسته از مدار مربع شکل ABCD مطابق شکل می‌گذرد. بردار شدت میدان مغناطیسی در مرکز مربع:



(۱) صفر است

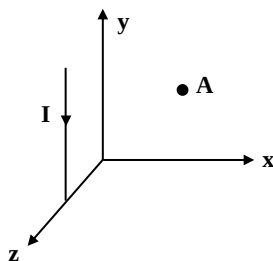
(۲) عمود بر صفحه کاغذ رو به درون است

(۳) در صفحه کاغذ است

(۴) عمود بر صفحه کاغذ رو به بیرون است



از سیم بلندی در شکل مقابل، جریان ثابت I می‌گذرد. میدان مغناطیسی در نقطه A در جهت کدام محور است؟



(۱) $+Z$

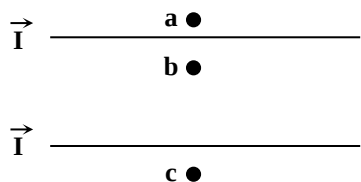
(۲) $-Z$

(۳) $-X$

(۴) $+X$



میدان مغناطیسی برابند (خالص) ناشی از سیم‌های موازی و بلند حامل جریان یکسان، در هر یک از نقطه‌های a ، b و c به ترتیب کدام است؟ (تجربی فارغ ۱۴۰۱)



(۱) درون سو - درون سو - برون سو

(۲) برون سو - درون سو - درون سو

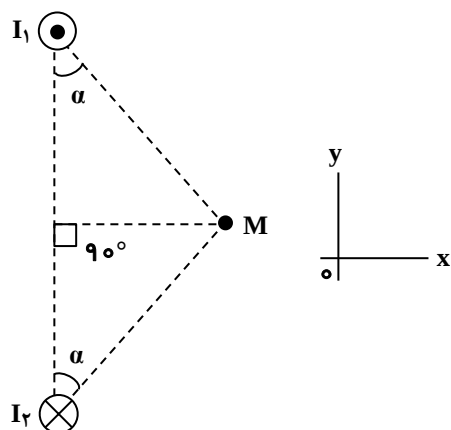
(۳) درون سو - برون سو - برون سو

(۴) برون سو - برون سو - درون سو



شکل زیر مقطع دو سیم بلند و موازی را نشان می‌دهد که بر صفحه کاغذ عمودند و از آنها جریان‌های برابر و در جهت‌های نشان داده شده عبور می‌کند. میدان مغناطیسی خالص (برابند) در نقطه M در کدام جهت

است؟ (ریاضی ۱۳۹۹)



(۱) در جهت محور x

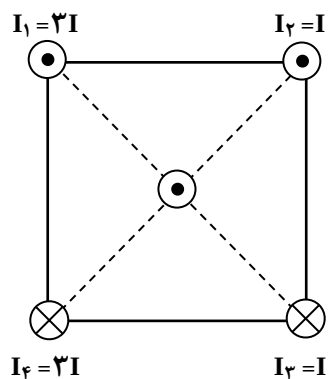
(۲) در جهت محور y

(۳) خلاف جهت محور x

(۴) خلاف جهت محور y



در شکل مقابل جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیمی که از مرکز مربع می‌گذرد، کدام است؟ (ریاضی ۱۳۹۴)



(۱) بالا

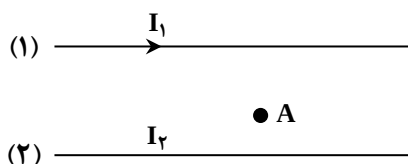
(۲) پایین

(۳) راست

(۴) چپ



در شکل زیر، از دو سیم موازی و بلند، جریان‌های الکتریکی عبور می‌کند. اگر میدان مغناطیسی در نقطه A برابر صفر باشد، کدام مورد درست است؟ (ریاضی ۱۴۰۰)

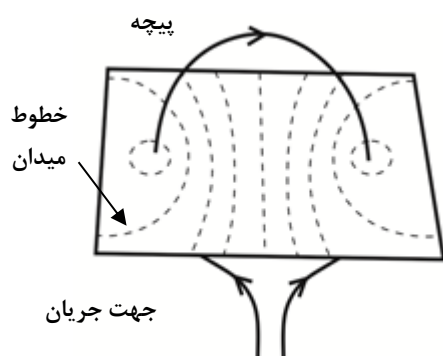


(۱) I_2 در خلاف جهت I_1 و کوچک‌تر از آن است

(۲) I_2 در خلاف جهت I_1 و بزرگ‌تر از آن است

(۳) I_2 هم‌جهت با I_1 و بزرگ‌تر از آن است

(۴) I_2 هم‌جهت با I_1 و کوچک‌تر از آن است



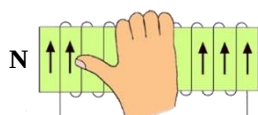
❖ تعیین جهت میدان مغناطیسی در مرکز پیچه

برای تعیین جهت میدان مغناطیسی در پیچه از همان قاعده دست راست استفاده می‌شود. به‌طوری‌که اگر انگشت شست در جهت جریان در سیم باشد، جهت خم شدن چهار انگشت جهت میدان مغناطیسی در مرکز پیچه را نشان می‌دهد (مطابق شکل روبه‌رو).

نکته



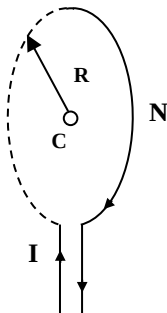
۰۲ برای تعیین قطب‌های N و S در یک پیچه حامل جریان، از هر یک از دو دستور زیر نیز می‌توان استفاده کرد.



(۱) اگر از پهلوی به پیچه بنگریم، چنانچه جهت جریان در پیچه را ساعتگرد ببینیم، قطب S به ما نزدیک‌تر است و اگر جهت جریان در پیچه را پادساعتگرد ببینیم، قطب N به ما نزدیک‌تر است.

(۲) اگر پیچه را طوری در دست راست خود قرار دهید که جریان الکتریکی پیچه از طرف نوک انگشتان شما خارج شود، آنگاه انگشت شست قطب N را نشان می‌دهد.

♦ میدان مغناطیسی ناشی از پیچه مسطح (تخت)



اگر یک قطعه سیم روپوش دار را به صورت حلقه های یکسان درآورده، به طوری که مجموعه آنها به شکل یک پیچه مسطح در می آیند. اگر پیچه شامل N دور و شعاع آن R و از آن شدت جریان I عبور کند، شدت میدان مغناطیسی در مرکز پیچه از رابطه زیر به دست می آید:

$$B_{(T)} = \frac{\mu_0}{2} N \frac{I_{(A)}}{R_{(m)}} \Rightarrow B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{NI}{R}$$

نکته

۳) اگر از سیمی به طول L پیچه ای به شعاع R ساخته شود تعداد حلقه های آن (یعنی N) از رابطه زیر به دست می آید:

$$N = \frac{L}{2\pi R}$$

$$B = \left(\frac{LI}{R^2} \right) \times 10^{-7}$$

بنابراین اگر در رابطه بالا به جای N مقدارش را قرار دهیم به رابطه روبه رو می رسم:

توجه: در رابطه بالا L و R باید حتماً بر حسب یکای متر باشند.



از پیچه ای شامل ۲۰۰ دور و قطر ۲۰ سانتی متر شدت جریان ثابت ۲A می گذرد. شدت میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چند تسلا است؟



از سیمی به طول ۱۵۷ سانتی متر که به صورت حلقه درآمده جریان ۲A می گذرد. شدت مغناطیسی در مرکز حلقه چند تسلا است؟



سیمی به طول ۱۰۰ متر به صورت یک پیچه دایره‌ای شکل به شعاع ۱۰ سانتی‌متر پیچیده شده است. جریان الکتریکی ۱۰A از آن عبور می‌کند. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چند تسلا است؟



سیم نازک و روپوش‌داری به طول ۶/۲۸ متر به صورت پیچه‌ای به شعاع ۱۰ سانتی‌متر در می‌آید و از آن شدت جریان ۲A عبور داده می‌شود. بزرگی میدان مغناطیسی در مرکز پیچه چند تسلا است؟ ($\pi = 3/14$)

نکته

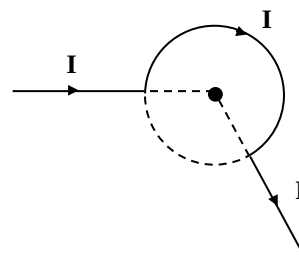
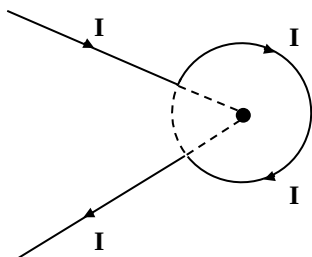


(۴)

۱) تعداد حلقه‌های هر پیچه را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد که در آن N تعداد حلقه‌ها $N = 1 - \frac{\alpha}{360}$

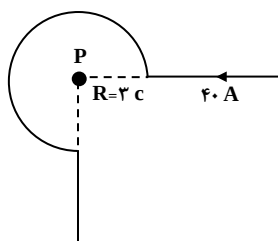
و α زاویه بین ورودی و خروجی جریان در راستای مرکز پیچه است.

۲) در مرکز هر یک از حلقه‌های شکل زیر، میدان مغناطیسی ناشی از سیم‌های راست برابر با صفر است. بنابراین میدان مغناطیسی برآیند ناشی از جریان الکتریکی در حلقه است.

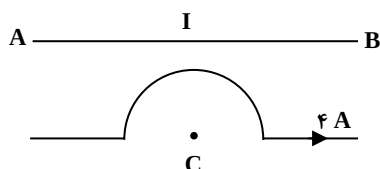




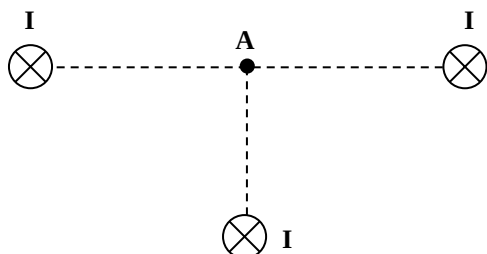
جریان الکتریکی سیم شکل زیر 40 A است. میدان مغناطیسی حاصل را در نقطه P مرکز حلقه چند تسلا است؟



در شکل زیر اگر شدت میدان مغناطیسی در نقطه C (مرکز نیم حلقه) صفر باشد، جهت و اندازه شدت جریان I در سیم راست و بلند کدام است؟



در شکل روبه‌رو اگر میدان حاصل از هر یک از سیم‌های حامل جریان در نقطه A برابر B باشد، شدت میدان مغناطیسی حاصل از هر سیم چند B است؟ (فاصله سیم‌ها تا نقطه A یکسان و شدت جریان‌ها در آنها مساوی است.)



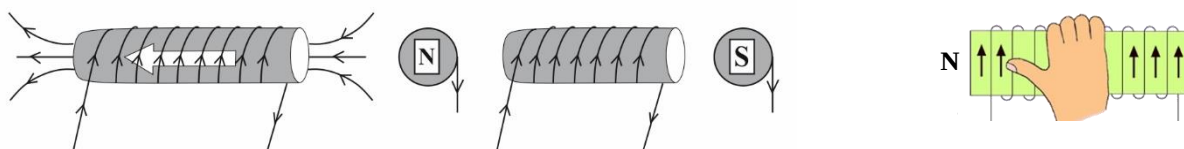
❖ میدان مغناطیسی حاصل از سیملوله حامل جریان

اگر سیم روپوش‌داری به طول L را به‌صورت سیملوله‌ای به طول l و تعداد حلقه‌های N درآورده و از آن شدت جریان I عبور دهیم میدان مغناطیسی B در داخل سیملوله به‌وجود می‌آید. برای تعیین جهت میدان درون سیملوله از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم. توجه داریم L طول سیم و l طول سیملوله است.

❖ تعیین جهت میدان مغناطیسی در سیملوله

با توجه به جهت جریان در سیملوله جهت میدان مغناطیسی داخل و خارج آن به‌صورت روبه‌رو تعیین می‌شوند. میدان مغناطیسی حاصل از سیملوله حامل جریان دارای ویژگی‌های زیر است.

- (۱) خطوط میدان در داخل و خارج سیملوله خلاف جهت یکدیگرند. در داخل از قطب S به N و در خارج آن از N به S است.
- (۲) میدان مغناطیسی درون سیملوله یکنواخت و در خارج آن غیریکنواخت است.



نکته

۱۵ نام‌های دیگر سیملوله عبارتند از: سولنوئید، سلف، سیم‌پیچ استوانه‌ای، الفاکر، خود القا و ...

❖ محاسبه شدت میدان مغناطیسی درون سیملوله

همان‌گونه که اشاره شد، شدت میدان مغناطیسی درون سیملوله یکنواخت است. بنابراین شدت میدان در تمام نقاط درون سیملوله یکسان است. اندازه میدان مغناطیسی درون سیملوله از رابطه زیر به‌دست می‌آید که در آن n تعداد حلقه‌ها در واحد طول است.

$$B = \mu_0 n I \quad , \quad n = \frac{N}{l} \Rightarrow B_{(T)} = \mu_0 \frac{N}{l} \times I_{(A)}$$

نکته

۱۶ چنانچه در رابطه بالا به جای N مقدار آن یعنی $N = \frac{L}{2\pi R}$ را جایگزین کنیم به رابطه زیر می‌رسیم:

$$B_{(T)} = 2 \times 10^{-7} \left(\frac{L}{l} \right) \times \left(\frac{I}{R} \right)$$



اگر طول سیملوله‌ای $۶۲/۸$ سانتی‌متر و تعداد حلقه‌های آن ۵۰۰ و شدت جریانی که از آن می‌گذرد ۲ آمپر باشد، شدت میدان مغناطیسی در وسط سیملوله چند تسلا خواهد بود؟



شدت میدان مغناطیسی حاصل از جریان داخل یک سیملوله با کدام گزینه متناسب است؟

- (۱) شدت جریان
- (۲) مجذور شدت جریان
- (۳) طول سیملوله
- (۴) مجذور طول سیملوله



جریان تقریباً چند آمپری از سیملوله‌ای که در هر سانتی‌متر طولش ۱۲ حلقه دارد عبور کند تا میدان مغناطیسی داخل آن ۳×10^{-۳} تسلا شود؟



طول یک سیملوله $۳۱/۴$ سانتی‌متر و تعداد حلقه‌های آن ۲۰۰ دور است. شدت جریان چند آمپری از این سیملوله عبور دهیم تا بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله ۴×10^{-۲} تسلا شود؟



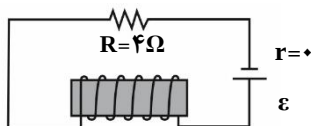
میدان مغناطیسی روی محور و درون سیملوله‌ای است که از آن شدت جریان ۵ آمپری می‌گذرد برابر ۱/۵ تسلا می‌باشد. اگر سیملوله از ۲۵۰ حلقه تشکیل شده باشد، طول آن چند متر است؟ ($\pi = 3/14$)



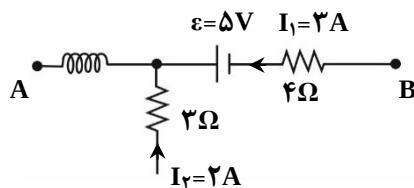
طول سیملوله‌ای ۶۲/۸ سانتی‌متر و تعداد حلقه‌های آن ۵۰۰ و شدت جریانی که از آن می‌گذرد ۲ آمپر می‌باشد. شدت میدان مغناطیسی در وسط سیملوله چند تسلا خواهد بود؟



در شکل روبه‌رو، توان مصرفی مقاومت R برابر ۸ وات است. اگر سیملوله در هر متر ۳۰ دور حلقه داشته باشد، میدان مغناطیسی داخل سیملوله و روی محور آن چند تسلا است؟ ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$)

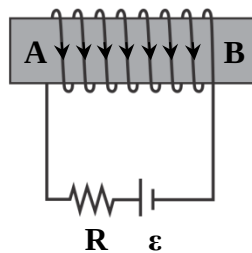


در مدار زیر، طول سیملوله ۳۰ cm و تعداد حلقه‌های آن ۵۰۰ دور است. میدان مغناطیسی داخل سیملوله چند گاوس است؟





در آهن‌ربای الکتریکی شکل زیر، قطب N و جهت میدان مغناطیسی درون سیملوله، کدام است؟ (ریاضی ۱۴۰)



(۱) A و →

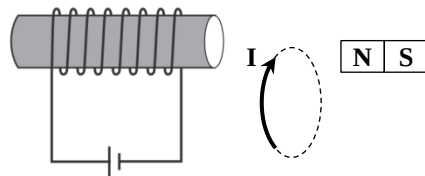
(۲) B و →

(۳) A و ←

(۴) B و ←



در شکل زیر و به ترتیب از راست به چپ نیروی الکترومغناطیسی بین آهن‌ربا و حلقه حامل جریان و نیروی الکترومغناطیسی بین حلقه حامل جریان و سیملوله می‌باشد.



(۱) رانشی - رانشی

(۲) رانشی - رایشی

(۳) رایشی - نیز رایشی

(۴) رانشی - نیز رانشی



سیملوله‌ای به طول ۶۰ سانتی‌متر، دارای ۲۰۰ حلقه است و از آن جریان ۵A عبور می‌کند. میدان مغناطیسی درون سیملوله چند تسلا است؟ ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$) (تهری ۱۳۹۸)

(۱) 2×10^{-1}

(۲) 2×10^{-3}

(۳) $1/2 \times 10^{-1}$

(۴) $1/2 \times 10^{-3}$



سیملوله‌ای آرمانی به طول ۶۰ سانتی‌متر، دارای ۵۰۰ حلقه سیم نزدیک به هم است. اگر جریان ۸۰۰ میلی‌آمپر از سیملوله بگذرد، بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه‌ای درون سیملوله و دور از لبه‌های آن، چند گaus است؟ ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$) (تهری ۱۴۰۲)

(۱) ۰/۲۴

(۲) ۲/۴

(۳) ۲۴

(۴) ۲۴۰

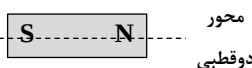
❖ سیملوله با هسته آهنی (آهنربای الکتریکی)

اگر درون سیملوله حامل جریان الکتریکی یک هسته آهنی قرار دهیم باعث تقویت میدان مغناطیسی درون سیملوله می‌شود و به هسته آهنی درون سیملوله آهنربای الکتریکی گفته می‌شود. بنابراین اگر ضریب تراوایی (نفوذپذیری) نسبی مغناطیسی هسته را با k نشان دهیم، شدت میدان مغناطیسی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$B = k\mu_0 nI$$

❖ خاصیت مغناطیسی مواد

هر ماده‌ای که اتم‌ها یا مولکول‌های تشکیل‌دهنده آن دارای خاصیت مغناطیسی یا آهنربایی باشند را مواد مغناطیسی گویند. اگر یک قطعه ماده مغناطیسی را تا حدود مولکولی هم خرد کنیم خاصیت مغناطیسی خود را حفظ می‌کنند. شکل زیر این ویژگی را به خوبی نشان می‌دهد:



❖ دو قطبی مغناطیسی

کوچک‌ترین ذره دوقطبی هر ماده مغناطیسی را «دوقطبی مغناطیسی» گویند و خطی که قطب‌های دوقطبی را به یکدیگر وصل می‌کند محور دوقطبی مغناطیسی دوقطبی گویند.

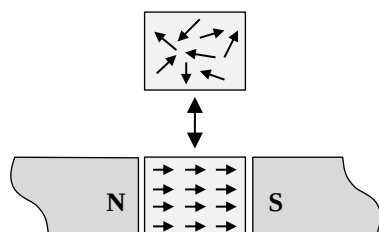
❖ تقسیم‌بندی مواد مغناطیسی

با توجه به نحوه عملکرد و ویژگی قرارگرفتن دوقطبی در مواد مغناطیسی، آنها را به دو دسته مواد «پارامغناطیس» و مواد «فرومغناطیس» تقسیم می‌کنیم.

❖ مواد پارامغناطیس

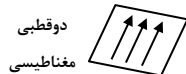
دوقطبی‌هایی مغناطیسی در این گونه مواد به صورت انفرادی بوده و جهت‌گیری آنها در ماده بی‌نظم یا کاتوره‌ای است. در نتیجه ماده در این حالت خاصیت مغناطیسی ندارد.

❖ مواد پارامغناطیس در میدان مغناطیس خارجی



اگر ماده پارامغناطیس را درون میدان مغناطیس خارجی قرار دهیم بسته به شدت میدان، دوقطبی‌های ماده هم‌خط شده و خاصیت مغناطیس در آنها به وجود می‌آید. اما پس از خروج از میدان، دوقطبی‌ها مجدداً به حالت کاتوره‌ای در می‌آیند. شکل مقابل ماده پارامغناطیس را درون میدان مغناطیسی خارجی نشان می‌دهد که دوقطبی‌های آن هم‌خط شده‌اند.

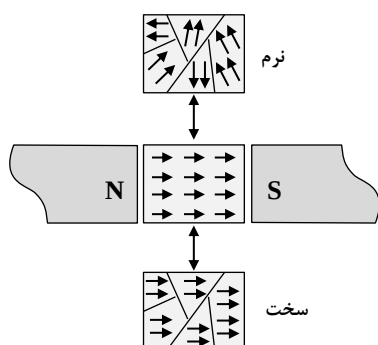
نکته



۰۷ حوزه مغناطیسی به مجموعه‌ای از دوقطبی‌های درون مواد فرومغناطیس گفته می‌شود

که به‌طور طبیعی هم‌خط باشند. شکل روبه‌رو دو قطبی مغناطیسی را به‌صورت ساده نشان می‌دهد.

❖ مواد فرومغناطیس

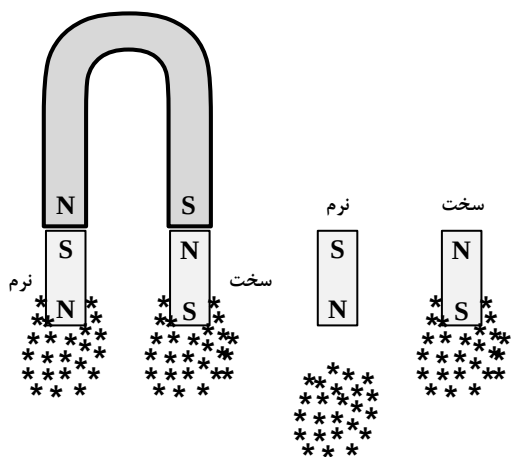


در این دسته از مواد، دوقطبی‌های مغناطیسی در گروه‌های کوچکی به نام «حوزه مغناطیسی» به‌طور طبیعی با یکدیگر هم‌خط هستند اما این حوزه‌ها به‌صورت کاتوره‌ای در ماده قرار دارند. اگر این دسته از مواد درون میدان مغناطیسی خارجی قرار گیرند با میدان هم‌خط شده و خاصیت آهن‌ربایی در آنها به‌وجود می‌آید. توجه دارید که با وجود دوقطبی‌های مغناطیسی طبیعی در این ماده، در خارج از میدان خاصیت آهن‌ربایی ندارند. شکل بالا ماده فرومغناطیس خارج از میدان و شکل پایین ماده فرومغناطیس را در داخل میدان نشان می‌دهند.

❖ تقسیم‌بندی مواد فرومغناطیس

مواد فرومغناطیس به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از مواد فرومغناطیس نرم و سخت که ویژگی آنها به‌صورت زیر است.

❖ ماده فرومغناطیس سخت



این دسته از مواد وقتی در میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیرند خاصیت آهن‌ربایی ضعیف‌تری نسبت به نوع نرم آن پیدا می‌کنند اما با خروج از میدان مغناطیسی خاصیت آهن‌ربایی خود را همچنان حفظ می‌کنند. در شکل‌های زیر این دو نوع ماده نشان داده شده‌اند. شکل‌ها نشان می‌دهند که ماده مغناطیسی سخت (فولاد) خاصیت آهن‌ربایی خود را همچنان پس از جداکردن از آهن‌ربا نیز حفظ کرده است. اما ماده فرومغناطیس نرم (آهن خالص) پس از جداشدن از آهن‌ربا خاصیت آهن‌ربایی خود را از دست می‌دهد. شکل روبه‌رو این خاصیت را نشان می‌دهد.



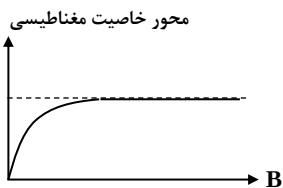
چند مورد کاربرد مواد فرومغناطیس نرم و سخت را بنویسید.

❖ اشباع مغناطش

برای خاصیت آهنربایی هر ماده مغناطیسی مقدار بیشینه‌ای وجود دارد. این مقدار بیشینه خاصیت مغناطیسی را برای هر ماده اشباع مغناطش گویند. اشباع مغناطیس هنگامی رخ می‌دهد که ماده فرومغناطیس درون میدان مغناطیسی بسیار قوی قرار گیرد. در این حالت تمامی حوزه‌های ماده فرومغناطیس با میدان هم‌خط می‌شوند.

❖ نمودار تغییر خاصیت مغناطیسی یک ماده فرومغناطیس بر حسب میدان خارجی

نمودار تغییر خاصیت مغناطیسی یک ماده فرومغناطیس بر حسب میدان خارجی مطابق شکل روبه‌رو است. نمودار نشان می‌دهد با افزایش میدان خاصیت مغناطیسی ماده نیز افزایش می‌یابد تا به اشباع مغناطش برسد. پس از آن با زیاد شدن میدان، خاصیت مغناطیسی ماده ثابت باقی می‌ماند. در نتیجه نمودار به صورت خط راست موازی محور میدان B در می‌آید.

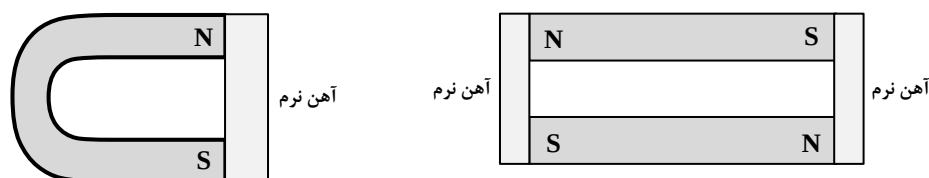


نکته

۸۸ برای از بین بردن خاصیت آهنربایی یک آهن‌ربا راه‌های مختلفی وجود دارد که عبارتند از:

- (۱) ضربه‌زدن به آهن‌ربا
 - (۲) گرم کردن آهن‌ربا
 - (۳) آهن‌ربا را درون سیملوله گذاشته و آن را در راستای شرق و غرب زمین قرار داده و برای مدت کوتاهی از سیملوله جریان متناوب عبور دهیم.
- توجه:** روش سوم، روش بهتری برای از بین خاصیت آهنربایی است. زیرا در این روش آسیبی به شکل آهن‌ربا نمی‌رسد.

برای جلوگیری از ضعیف شدن یک آهن ربا با توجه به شکل آن، می توان روش هایی را به کار برد. در شکل های زیر دو نمونه از این روش ها نشان داده شده است. در این روش ها خطوط میدان مغناطیسی از طریق یک ماده مغناطیسی (آهن نرم) بین قطب های آن هدایت شده است.



❖ زاویه انحراف مغناطیسی

زاویه بین راستای جغرافیایی زمین با راستای مغناطیسی زمین را «زاویه انحراف» گویند.

❖ زاویه میل مغناطیسی

اگر عقربه مغناطیسی را از گرانیگاه آن آویزان کنیم با راستای افقی زمین یک زاویه می سازد. به این زاویه «زاویه میل مغناطیسی» گویند.

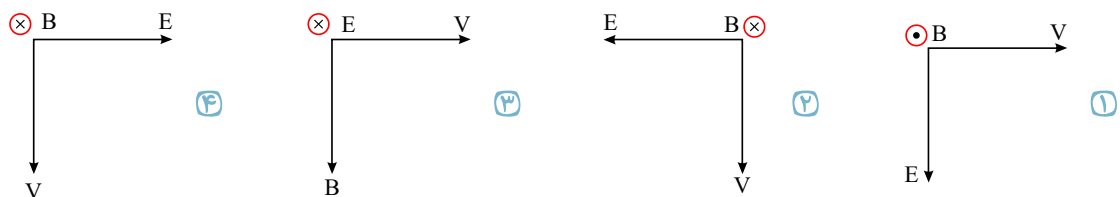
بیشتر تمرین کنید



۱) جریان بسیار زیادی را برای لحظه‌ای کوتاه از سیم پیچ یک سیم لوله که از حلقه‌های نازک و انعطاف پذیر تشکیل شده، عبور می‌دهیم. کدام گزینه در مورد تغییر احتمالی ایجاد شده در ساختار سیم لوله صحیح است؟

- ۱) حلقه‌ها از هم دور و قطر حلقه‌ها کاهش می‌یابد. ۲) حلقه‌ها به هم نزدیک و قطر حلقه‌ها افزایش می‌یابد.
۳) حلقه‌ها از هم دور و قطر حلقه ثابت می‌ماند. ۴) حلقه‌ها به هم نزدیک و قطر حلقه‌ها ثابت می‌ماند.

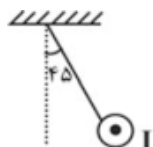
۲) یک دسته الکترون در فضایی که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی وجود دارد، با سرعت v حرکت می‌کنند، اگر الکترون‌ها مسیر مستقیم حرکت خود را حفظ کنند، وضعیت میدان‌های B و E و سرعت v کدام است؟



۳) در مکانی که میدان مغناطیسی یکنواخت 0.4 تسلا برقرار است ذره‌ای با بار الکتریکی $-50 \mu C$ با سرعت $200 m/s$ به سمت مغرب در حرکت است. اگر خطوط میدان مغناطیسی افقی و جهت میدان به سمت شمال باشد، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتون و به کدام جهت است؟

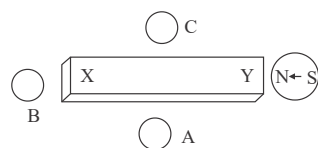
- ۱) 2×10^{-3} ، شمال ۲) 2×10^{-3} ، جنوب ۳) 4×10^{-4} ، بالا ۴) 4×10^{-4} ، پایین

۴) شکل زیر مقطع سیم راست حامل جریانی را با صفحه نشان می‌دهد. در حالی که سیم از دو نخ آویزان است در یک میدان مغناطیسی به حال تعادل قرار دارد و نخ‌ها با راستای قائم زاویه 45° درجه می‌سازند. اگر جرم سیم 200 گرم و طول آن 0.5 متر بوده و از آن جریان 4 آمپر بگذرد، جهت میدان مغناطیسی و بزرگی آن کدام است؟



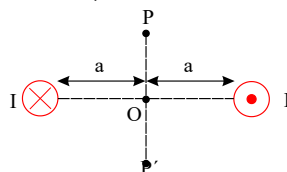
- ۱) 1 تسلا $\downarrow$ ۲) 1 تسلا $\uparrow$ ۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ تسلا $\downarrow$ ۴) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ تسلا $\uparrow$

۵) شکل زیر، یک آهنربای میله‌ای را نشان می‌دهد که در اطراف آن ۴ عقربه مغناطیسی قرار دارند. جهت قرار گرفتن عقربه‌های A ، B و C به ترتیب کدام است؟



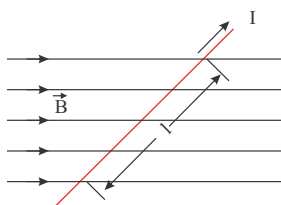
- ۱) $\leftarrow, \rightarrow, \rightarrow$ ۲) $\leftarrow, \rightarrow, \leftarrow$ ۳) $\rightarrow, \rightarrow, \rightarrow$ ۴) $\leftarrow, \leftarrow, \leftarrow$

۶) مطابق شکل از دو سیم موازی بلند جریان I می‌گذرد. بزرگی میدان ناشی از دو سیم، از نقطه P تا P' چگونه تغییر می‌کند؟ (سیم‌ها عمود بر صفحه و نقطه‌ها روی صفحه اند.)



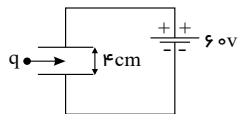
- ۱) کاهش می‌یابد. ۲) افزایش می‌یابد. ۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش می‌یابد. ۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش می‌یابد.

۷) در شکل زیر، میدان مغناطیسی به صورت افقی در جهت غرب به شرق است و مقدار آن 500 گاوس است. سیم افقی است و جریان $I = 25 A$ در جهت شمال شرقی از آن عبور می‌کند. اگر $\ell = 80 cm$ و زاویه بین سیم و میدان 37° باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر این قسمت از سیم، چند نیوتون و به کدام جهت است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)



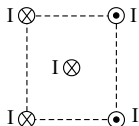
- ۱) 8 ، قائم رو به پایین ۲) 6 ، قائم رو به پایین ۳) 8 ، قائم رو به بالا ۴) 6 ، قائم رو به بالا

- ۸) مطابق شکل داده شده، بار $q < 0$ با سرعت 250 m/s وارد میدان الکتریکی یکنواخت بین صفحات می‌شود. برای این که این ذره به حرکت در مسیر مستقیم خود و با سرعت ثابت ادامه دهد، بایستی میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ را بین صفحات خازن ایجاد کنیم. اگر نیروی وزن ذره باردار ۳ برابر نیروی الکتریکی وارد بر ذره باردار باشد، کدام گزینه در مورد مقدار و جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}$ درست است؟



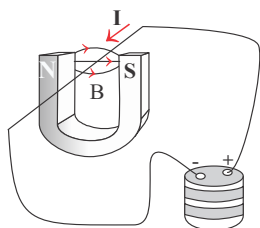
- ۱) 12 T ، برون سو
۲) 24 T ، برون سو
۳) حداقل 24 T ، جهت قابل تعیین کردن نیست
۴) حداقل 12 T ، جهت قابل تعیین کردن نیست.

- ۹) چهار سیم راست و بلند حامل جریان‌های مساوی و در جهت‌های نشان داده شده، در رأس‌های یک مربع شکل قرار دارند. نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریانی که از مرکز مربع می‌گذرد، در کدام جهت است؟



- ۱) $\rightarrow$
۲) $\leftarrow$
۳) $\downarrow$
۴) $\uparrow$

- ۱۰) در شکل روبه‌رو، نیروی الکترومغناطیسی وارد بر آن قسمت از سیم که داخل آهنربا قرار دارد، به کدام جهت است؟



- ۱) بالا
۲) پایین
۳) به سمت قطب N
۴) به سمت قطب S

- ۱۱) ذره بارداری عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. اگر دفعته‌ای جهت میدان مغناطیسی 90° درجه تغییر کند، ولی بزرگی میدان ثابت بماند، بزرگی نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره در حالت جدید نسبت به حالت قبل چگونه تغییر می‌کند؟

- ۱) صفر می‌شود.
۲) ثابت می‌ماند.
۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ اندازه قبلی می‌شود.
۴) ممکن است ثابت بماند.

- ۱۲) پس از آن که آهنربای NS را مطابق شکل به سه قسمت تقسیم کنیم، x و y به‌ترتیب از راست به چپ چه قطب‌هایی هستند؟



- ۱) S و N
۲) S و S
۳) N و N
۴) N و S

- ۱۳) دو میله مغناطیسی A و B را به یکدیگر نزدیک می‌کنیم. شکل روبه‌رو یک خط میدان بین دو میله را نشان می‌دهد. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

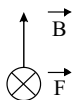


- ۱) میله A حتماً آهنرباست.
۲) میله B حتماً آهنرباست.
۳) هر دو میله حتماً آهنربا هستند.
۴) یکی از دو میله حتماً آهنرباست.

- ۱۴) الکترونی در راستای قائم از بالا به پایین در حرکت است در میدان مغناطیسی زمین به کدام جهت منحرف می‌گردد؟

- ۱) به طرف شرق
۲) به طرف جنوب
۳) به طرف شمال
۴) به طرف غرب

- ۱۵) الکترونی با سرعت $\vec{v}$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت، عمود بر میدان در حرکت است. اگر شکل زیر نشان‌دهنده جهت میدان $(\vec{B})$ و جهت نیروی وارد بر الکترون $(\vec{F})$ باشد، جهت $\vec{v}$ کدام است؟

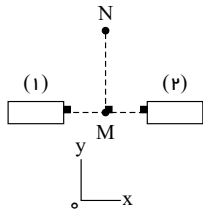


- ۱) $\odot$
۲) $\otimes$
۳) $\rightarrow$
۴) $\leftarrow$

- ۱۶) کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

- ۱) خطوط میدان مغناطیسی مسیرهای بسته‌ای دارند و جهت آن در درون آهنربا از S به N می‌باشد.
۲) خطوط میدان مغناطیسی مسیرهای بازی دارند و در درون آهنربا جهت آن‌ها از S به N می‌باشد.
۳) خطوط میدان مغناطیسی مسیرهای بسته‌ای دارند و جهت آن در درون آهنربا از N به S می‌باشد.
۴) خطوط میدان مغناطیسی مسیرهای بازی دارند و جهت آن در درون آهنربا از N به S می‌باشد.

۱۷ دو قطب ناهمنام دو آهنربای تیغه‌ای (۱) و (۲) در مقابل یکدیگر قرار گرفته و آهنرباها ثابت نگاه داشته شده‌اند. آهنربای (۲) قویتر از آهنربای (۱) است. بردار میدان مغناطیسی برآیند در نقطه M برابر $\vec{B} = 0.4\vec{i}$ است. کدام گزینه می‌تواند بیانگر بردار میدان مغناطیسی در نقطه N باشد؟ (پاره خط $\overline{MN}$ عمود منصف خط واصل دو قطب دو آهنربا است.)



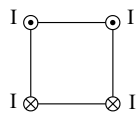
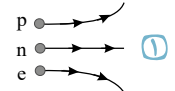
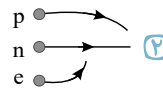
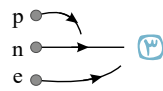
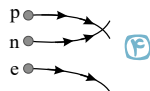
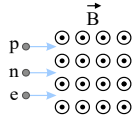
۱ $\vec{B}_N = -0.3\vec{i} + \vec{j}$

۲ $\vec{B}_N = 0.4\vec{i} - \vec{j}$

۳ $\vec{B}_N = -0.3\vec{i} + 0.1\vec{j}$

۴ $\vec{B}_N = 0.3\vec{i} - 0.1\vec{j}$

۱۸ ذرات الکترون (e)، نوترون (n) و پروتون (p) نشان داده شده با سرعت افقی v وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت با شدت B می‌شوند. مسیر انحراف این سه ذره در هنگام عبور از میدان چگونه است؟ (از نیروی وزن چشم‌پوشی شود)



۱۹ میدان سیم حامل جریان I در مرکز مربع B است، میدان کل در مرکز مربع چند B و در چه جهتی است؟

۲ به $2\sqrt{2}B$ به طرف چپ

۴ به $2\sqrt{2}B$ به طرف بالا

۱ به $\sqrt{2}B$ به طرف پایین

۳ به $2\sqrt{2}B$ به طرف راست

۲۰ در یک سیم‌لوله اگر با ثابت ماندن همه ی عوامل ، فقط شدت جریان عبوری از آن را ۴ برابر کنیم، میدان مغناطیسی ایجاد شده در داخل آن چند برابر می‌شود؟

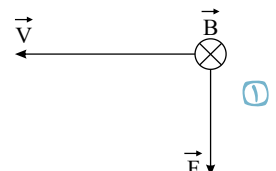
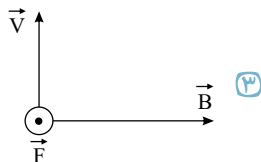
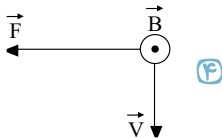
۴ ۲

۳ ۴

۲ ۸

۱ ۱۶

۲۱ یک الکترون با سرعت $\vec{v}$ عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ حرکت می‌کند و به آن نیروی $\vec{F}$ وارد می‌شود. کدام شکل وضعیت این سه بردار را درست نشان می‌دهد؟



۲۲ سیمی به جرم m و حامل جریان الکتریکی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت و عمود بر خطوط میدان قرار دارد و نیروی مغناطیسی وارد بر سیم از طرف میدان با نیروی وزن آن خنثی شده است. اگر در یک لحظه جهت جریان در سیم معکوس و مقدار آن ۷۵ درصد کاهش یابد و باقی عوامل مؤثر در نیروی حاصل از میدان تغییر نکند، تندی جسم ۲ ثانیه پس از شروع حرکت چند m/s خواهد شد؟ (نیروی مقاومت هوا ناچیز فرض می‌شود.) ($g = 10 m/s^2$)

۴ ۲۵

۳ ۱۵

۲ ۱۲٫۵

۱ ۵

۲۳ الکترونی در مسیر افقی از غرب به شرق وارد میدان مغناطیسی یکنواخت افقی می‌شود که جهت آن از جنوب به شمال است. نیروی الکترومغناطیسی وارد بر الکترون در کدام جهت خواهد بود؟

۴ پایین

۳ بالا

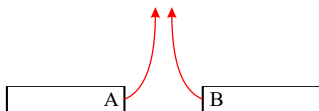
۲ جنوب

۱ شمال

۲۴) بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت داخل سیملوله که حاصل از جریان الکتریکی سیملوله است، متناسب با کدام است؟ (در هر گزینه فقط مورد اشاره شده متغیر است)

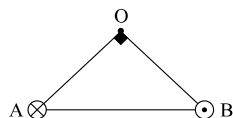
- ۱) طول سیملوله ۲) مربع طول سیملوله ۳) شدت جریان الکتریکی ۴) مربع شدت جریان

۲۵) دو آهنربای تیغه‌ای شکل در امتداد یک‌دیگر قرار داشته و خطوط میدان برای قطب‌های A و B مشخص شده‌اند در این صورت:



- ۱) A و B هر دو قطب N هستند.
۲) A و B هر دو قطب S هستند.
۳) A قطب N و B قطب S هستند.
۴) A قطب S و B قطب N هستند.

۲۶) مطابق شکل از دو سیم راست و طولی جریان‌هایی عمود بر صفحه کاغذ می‌گذرد. در این صورت میدان



مغناطیسی برآیند در نقطه O در چه جهتی است؟ ($I_A = I_B$)

- ۱) ← ۲) ⊗
۳) ↓ ۴) ⊙

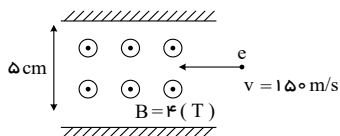
۲۷) دو فلز A و B وقتی در یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرند، حجم حوزه‌های مغناطیسی فلز A به سختی تغییر می‌کند و پس از حذف میدان خارجی به حالت اول برمی‌گردد ولی در فلز B حجم حوزه‌ها به سهولت تغییر می‌کند و پس از حذف میدان خارجی به حالت اول برمی‌گردد. A و B به ترتیب کدام‌اند؟

- ۱) پارامغناطیس و فرومغناطیس سخت ۲) فرومغناطیس نرم و پارامغناطیس
۳) فرومغناطیس سخت و فرومغناطیس نرم ۴) فرومغناطیس نرم و فرومغناطیس سخت

۲۸) اگر یک آهنربای میله‌ای را به سه قسمت مساوی تقسیم کنیم:

- ۱) قسمت اول و آخر یک آهنربای کامل و قسمت وسطی آهنربا نمی‌باشد.
۲) هر سه قسمت یک آهنربای کامل است.
۳) هیچ‌کدام از سه قسمت آهنربای کامل نیستند.
۴) قسمت اول و آخر یک آهنربای تک‌قطبی و قسمت وسطی آهنربای دو قطبی است.

۲۹) مطابق شکل الکترونی به صورت عمودی وارد یک میدان مغناطیسی برون‌سو می‌شود. برای اینکه ذره به حرکت یکنواخت خود ادامه دهد؛ از دو صفحه رسانای موازی باردار به فاصله 5 cm استفاده می‌کنیم که بین آنها میدان الکتریکی یکنواخت ایجاد می‌شود. اختلاف پتانسیل بین دو صفحه ولت و صفحه مثبت است؟



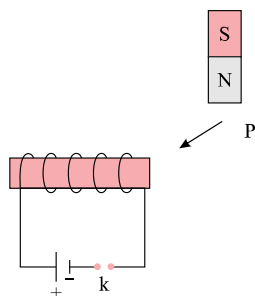
- ۱) ۲۰ - بالایی ۲) ۳۰ - بالایی
۳) ۲۰ - پایینی ۴) ۳۰ - پایینی

۳۰) از دو سیم مستقیم و موازی (۱) و (۲) مطابق شکل شدت جریان I آبر عبور می‌کند. این دو سیم تحت تاثیر نیروی الکترومغناطیس چگونه رفتار می‌کنند؟



- ۱) سیم (۱) به سمت داخل صفحه و سیم (۲) به سمت خارج رانده می‌شود.
۲) سیم (۱) به سمت خارج صفحه و سیم (۲) به سمت داخل رانده می‌شود.
۳) دو سیم یکدیگر را می‌رانند.
۴) دو سیم یکدیگر را جذب می‌کنند.

۳۱) در شکل مقابل عقربه مغناطیسی در نقطه P به فاصله یکسان از یک آهنربای میله‌ای و سیم‌لوله با هسته آهنی قرار دارد. هنگامی که کلید K بسته است، عقربه مغناطیسی در جهت نشان داده شده، قرار دارد. پس از باز کردن کلید K ، عقربه مغناطیسی می‌چرخد و در جهت قرار می‌گیرد.



- ۱) ساعت گرد - $\uparrow$
- ۲) پادساعت گرد - $\downarrow$
- ۳) ساعت گرد - $\leftarrow$
- ۴) ساعت گرد - $\downarrow$

۳۲) کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد خواص مغناطیسی مواد فرومغناطیسی سخت نادرست بیان شده است؟

- ۱) حجم حوزه‌های مغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی ضعیف به سختی تغییر می‌کند.
- ۲) اگر در میدان مغناطیسی خارجی قوی قرار گیرند، حجم حوزه‌های مغناطیسی هم‌سو با میدان افزایش می‌یابد.
- ۳) به دلیل خاصیت فرومغناطیسی سخت فولاد می‌توان از آن به عنوان هسته مغناطیسی آهنربای الکتریکی استفاده کرد.
- ۴) سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی حوزه‌های مغناطیسی، پس از حذف میدان خارجی قوی به سهولت تغییر نمی‌کند.

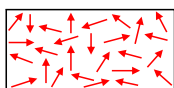
۳۳) کدام گزینه در مورد دیامغناطیس درست نیست؟

- ۱) این مواد بطور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی هستند.
- ۲) از اتم‌های این مواد دارای دوقطبی مغناطیسی خالص نیستند.
- ۳) میدان خارجی می‌تواند سبب القای دوقطبی مغناطیسی در این مواد شود.
- ۴) نقره، اورانیوم و سدیم از جمله مواد دیامغناطیس هستند.

۳۴) مواد پارامغناطیس:

- ۱) دوقطبی‌های مغناطیسی آن‌ها به‌طور کاتوره‌ای قرار می‌گیرند و آهن‌ربای دائمی می‌شوند.
- ۲) در میدان مغناطیسی قوی‌تر از خود آثار مغناطیسی نشان می‌دهند.
- ۳) هنگامی که نزدیک آهن‌ربا قرار می‌گیرند از آن دور می‌شوند.
- ۴) دوقطبی‌های مغناطیسی پس از دور شدن از آهن‌ربا، در وضعی که به دست آورده‌اند، باقی می‌مانند.

۳۵) در شکل مقابل سمت‌گیری دو قطبی‌های مغناطیسی در یک فلز ترسیم شده است، در این صورت می‌توان گفت این فلز



- ۱) یک ماده فرومغناطیس آهن‌ربا شده است.
- ۲) یک ماده فرومغناطیس آهن‌ربا نشده است.
- ۳) یک ماده پارامغناطیس است.
- ۴) آهن یا فولاد است.

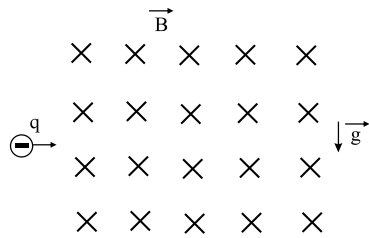
۳۶) کدام گزینه در مورد میدان مغناطیسی کره زمین نادرست است؟

- ۱) قطب‌های مغناطیسی و جغرافیایی زمین فاصله نسبتاً زیادی از یکدیگر دارند.
- ۲) داخل کره زمین میدان مغناطیسی از قطب شمال به جنوب جغرافیایی است.
- ۳) جهت میدان مغناطیسی زمین در بازه‌های زمانی منظم به‌طور کامل وارون می‌شود.
- ۴) قطب جنوب مغناطیسی تقریباً در فاصله ۱۸۰۰ کیلومتری قطب شمال جغرافیایی قرار دارد.

۳۷) کدام یک از مواد زیر هنگامی که در میدان مغناطیسی خارجی قرار می‌گیرند، دارای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی می‌شوند؟

- ۱) فرومغناطیس نرم
- ۲) فرومغناطیس سخت
- ۳) دیامغناطیس
- ۴) پارامغناطیس

۳۸) مطابق شکل زیر ذره‌ای به جرم ۱۰ گرم و بار -۸ mC با سرعتی به بزرگی ۱۵۰۰ m/s به طور افقی و عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت و درون سویی به بزرگی ۲ تسلا می‌شود. برای این که ذره از مسیر مستقیم خود منحرف نشود میدان الکتریکی $\vec{E}$ را اعمال می‌کنیم. از طرف این میدان به بار الکتریکی ساکن ۴ mC دیگری که در این فضا قرار دارد، چند نیوتون و در کدام جهت نیرو وارد می‌شود؟ ($g = ۱۰ \text{ N/kg}$)



- ① ۸، بالا
 ② ۸، پایین
 ③ ۱٫۲۵، بالا
 ④ ۱٫۲۵، پایین

۳۹) یک سیم افقی رسانا به سطح مقطع ۲ mm^2 به طور افقی در راستای غرب به شرق قرار گرفته است. چه جریانی و در چه جهتی از آن عبور کند، تا نیروی مغناطیسی وارد بر آن از طرف میدان مغناطیسی زمین بتواند نیروی وزن سیم را خنثی کند؟ (چگالی سیم $۴۰ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ و میدان مغناطیسی کره زمین را تقریباً $۵ \times 10^{-5} \frac{\text{T}}{\text{g}}$ در نظر بگیرید.)

- ① $۱۰^{-۳}$ ، شرق به غرب ② $۱۰^{-۳}$ ، غرب به شرق ③ $۱۰^{-۴}$ ، شرق به غرب ④ طول سیم باید مشخص باشد.

پایگاه کلیدی



۱.۵	۱.۴	۳.۳	۲.۲	۲.۱
۱.۱۰	۲.۹	۴.۸	۲.۷	۳.۶
۳.۱۵	۴.۱۴	۴.۱۳	۴.۱۲	۴.۱۱
۳.۲۰	۳.۱۹	۲.۱۸	۴.۱۷	۱.۱۶
۱.۲۵	۳.۲۴	۴.۲۳	۴.۲۲	۳.۲۱
۳.۳۰	۲.۲۹	۲.۲۸	۳.۲۷	۳.۲۶
۳.۳۵	۲.۳۴	۴.۳۳	۳.۳۲	۲.۳۱
	۲.۳۹	۳.۳۸	۳.۳۷	۳.۳۶

نکته های بیشتر



پدیده القای الکترومغناطیس

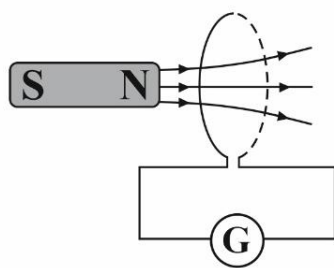


یادآوری: در فصل‌های گذشته همین کتاب با پدیده القای الکتریکی و القای مغناطیسی آشنا شدید. در این فصل با پدیده دیگری به نام القای الکترومغناطیس آشنا خواهیم شد.



هرگاه خطوط میدان مغناطیسی که از درون یک حلقه بسته (مدار بسته) عبور می‌کند به هر شکل تغییر نماید در مدار جریان الکتریکی القا می‌شود که به آن **جریان القایی** و **پدیده القای الکترومغناطیس** گفته می‌شود.

شرح بیشتر پدیده



همان‌طور که می‌دانید چنانچه مکان نسبی یک ذره باردار در میدان مغناطیسی تغییر کند یعنی بار و میدان مغناطیسی نسبت به یکدیگر حرکت کنند از طرف میدان بر بار نیرو وارد می‌شود. حال اگر میدان مغناطیسی درون مدار بسته تغییر کند (کم یا زیاد شود) بر بار درون مدار رسانا نیرو وارد کرده و بارها را به حرکت درمی‌آورد. در نتیجه جریان الکتریکی به وجود می‌آید. در شکل مقابل با دور و نزدیک شدن آهن‌ربا به حلقه بر الکترون‌های درون حلقه نیرو وارد شده و به حرکت درمی‌آیند و جریان الکتریکی القایی تولید می‌شود.

نکته

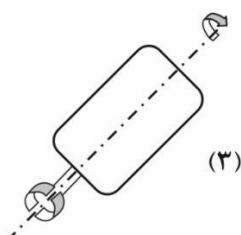
(۱) در صورتی که در حالت نزدیک شدن آهن‌ربا جریان در حلقه پادساعتگرد باشد در حالت دور شدن در جهت ساعتگرد خواهد بود.

روش‌های تولید جریان القایی در مدار بسته

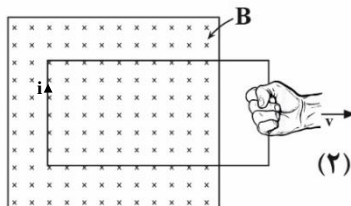
برای ایجاد جریان القایی در مدار بسته روش‌های زیر را می‌توان به کار بست.

(۳) تغییر زاویه بین مدار بسته و راستای

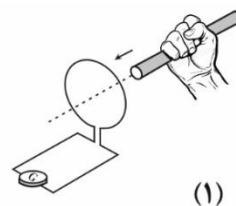
میدان مغناطیسی B



(۲) تغییر مساحت سطح مدار بسته



(۱) تغییر اندازه میدان مغناطیسی B



❖ شار مغناطیسی (فلو مغناطیسی)

به مجموعه‌ای از خطوط میدان مغناطیسی که از درون یک سطح بسته عبور می‌کند «شار مغناطیسی» گویند که با نماد Φ (فی) نشان داده می‌شود.

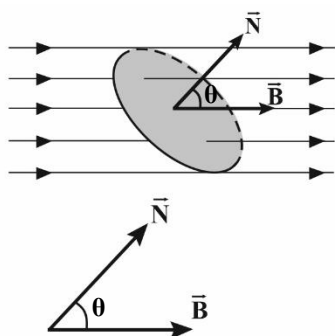
❖ عوامل مؤثر بر شار مغناطیسی

کمیت‌های زیر بر اندازه شار مغناطیسی مؤثرند:

(۱) شدت میدان مغناطیسی: $\Phi \propto B$

(۲) مساحت سطح (مدار بسته): $\Phi \propto A$

(۳) زاویه بین بردار عمود بر سطح $\vec{N}$ و میدان مغناطیسی: $\Phi \propto \cos\theta$



$$\Phi_{(wb)} = A_{(m^2)} B_{(T)} \cos\theta$$

نکته

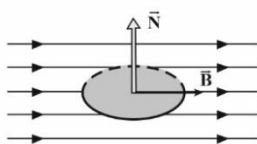
(۲) شار مغناطیسی کمیت نرده‌ای است و یکای آن در SI «وبر» با نماد wb است.



وبر (یکای شار مغناطیسی) معادل کدام است؟

(۱) مترمربع × تسلا	(۲) تسلا / مترمربع	(۳) متر × تسلا	(۴) تسلا / متر
--------------------	--------------------	----------------	----------------

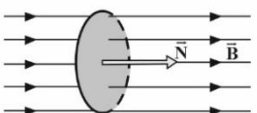
❖ حالت‌های خاص (ویژه)



(۱) اگر سطح بسته موازی میدان قرار گیرد در نتیجه هیچ شار مغناطیسی از درون آن نمی‌گذرد.

یعنی:

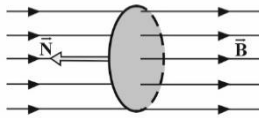
$$\theta = 90^\circ, \cos 90^\circ = 0 \Rightarrow \Phi = 0$$



۲) این حالت ممکن است به صورت زیر باشد:

الف) چنانچه سطح بسته عمود بر میدان قرار گیرد، شار بیشینه از درون آن می‌گذرد. یعنی:

$$\theta = 0^\circ, \cos 0^\circ = 1 \Rightarrow \phi_{\max} = AB$$



ب) سطح عمود بر میدان است اما زاویه بین بردار عمود بر سطح و میدان برابر 180° درجه است در نتیجه می‌توان نوشت:

$$\theta = 180^\circ, \cos 180^\circ = -1 \Rightarrow \phi = -AB$$

❖ تعریف یک وبر

یک وبر شار مغناطیسی گذرنده از درون یکای سطح بسته (m^2) است هرگاه به‌طور عمود درون میدان مغناطیسی یک تسلائی قرار گیرد.

$$I_{(wb)} = I_{(T)} \times I_{(m^2)} \times 1$$



حلقه‌ای به مساحت 20 cm^2 درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $B = 0.004 \text{ T}$ قرار دارد و خطوط میدان با سطح حلقه زاویه 60° درجه می‌سازند. شار مغناطیسی که از حلقه می‌گذرد، چند وبر است؟ (ریاضی ۱۳۹۹)

(۱) 2×10^{-3}

(۲) 4×10^{-5}

(۳) $4\sqrt{3} \times 10^{-3}$

(۴) $4\sqrt{3} \times 10^{-5}$



سیملوله‌ای به طول 20 cm دارای 30000 حلقه است. حلقه‌ها به دور یک میله آهنی به شعاع مقطع 2 cm به‌صورت منظم پیچیده شده‌اند. وقتی جریان 0.5 A از سیملوله می‌گذرد. شار مغناطیسی گذرنده از آن چند وبر است؟

($\pi^2 = 10$ و $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$) (تجربی فارغ ۱۳۹۲)

(۱) 8×10^{-7}

(۲) 4×10^{-7}

(۳) 12×10^{-5}

(۴) 24×10^{-7}



بردار میدان مغناطیسی در یک محیط، در SI به صورت $\vec{B} = 0.5\vec{i} + 0.4\vec{j}$ است. اگر در آن محیط، سطح قابل مربع شکلی به ضلع ۲۰ cm عمود بر محور x باشد، شار مغناطیسی عبوری از آن چند وبر است؟ (ریاضی فارغ ۱۴۰۲)

(۱) ۰/۰۲

(۲) ۰/۱۶

(۳) ۰/۰۱۶

(۴) ۰/۰۰۲

◆ تغییر شار مغناطیسی

با توجه به رابطه $\Phi = AB \cos \theta$ تغییر شار مغناطیسی ممکن است بر اثر تغییر در هر یک از کمیت‌های مساحت (A)، میدان مغناطیسی (B) و زاویه (θ) باشد. در نتیجه هر یک از حالت‌های فوق را به صورت زیر بررسی می‌کنیم.

در صورتی که مساحت تغییر کند $\Delta \Phi = (\Delta A) B \cos \theta$

$\Phi_1 = A_1 B_1 \cos \theta$
 $\Phi_2 = A_2 B_2 \cos \theta \Rightarrow \Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 \Rightarrow \Delta \Phi = A(\Delta B) \cos \theta$ در صورتی که میدان تغییر کند

$\Delta \Phi = AB(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)$ در صورتی که زاویه تغییر کند

نکته



۴) چنانچه $\Delta \Phi > 0$ باشد شار مغناطیسی گذرنده افزایش و اگر $\Delta \Phi < 0$ باشد شار مغناطیسی گذرنده کاهش یافته است.



حلقه دایره شکل به شعاع ۱۰ cm به طور عمود درون میدان مغناطیسی یکنواختی به شدت ۰/۵ تسلا قرار گرفته است. اگر حلقه را موازی سطح خود از میدان خارج کنیم تغییر شار گذرنده از درون حلقه چند وبر است؟



قابی به سطح A درون میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی B قرار دارد. اگر امتداد خطوط میدان با سطح قاب زاویه 60° بسازد، شار مغناطیسی که از سطح می‌گذرد چند AB است؟



یک مدار به شکل حلقه و به مساحت 200 cm^2 عمود بر خطوط میدان مغناطیسی 0.2 T تسلا قرار دارد. حلقه حالت ارتجاعی دارد و از دو طرف حلقه را می‌کشیم، به گونه‌ای که سطح داخلی مدار کاهش یافته و به 40 cm^2 برسد تغییر شار مغناطیسی چند وبر خواهد بود؟



یک قاب مربع به ضلع 30 cm به گونه‌ای در میدان مغناطیسی یکنواخت 0.4 T تسلا قرار دارد که با خطوط میدان زاویه 30° درجه می‌سازد. قاب را می‌چرخانیم تا به صورت عمود بر خطوط میدان قرار گیرد. تغییر شار عبوری از درون قاب چند وبر است؟



یک حلقه به شعاع ۱۰ cm به صورت عمود بر خطوط میدان مغناطیسی ۰/۴T قرار دارد. میدان مغناطیسی تغییر می‌کند و به ۰/۴T- می‌رسد. شار مغناطیسی چند و بر است؟

❖ قانون القای الکترومغناطیس فارادی (فاراده)

هرگاه شار مغناطیسی گذرنده از درون یک مدار بسته تغییر نماید نیروی محرکه‌ای در مدار القا می‌شود که بزرگی آن متناسب

است با آهنگ تغییر شار مغناطیسی. یعنی: $\varepsilon \propto \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$

نکته

❖ نیروی محرکه القایی و $\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ آهنگ تغییر شار مغناطیسی است.

❖ محاسبه مقدار نیروی محرکه متوسط القایی

با استفاده از قانون‌های فارادی و لنز می‌توان نیروی محرکه متوسط در مدار بسته را به صورت زیر محاسبه کرد.

$$\bar{\varepsilon}_{(v)} = - \frac{\Delta \phi_{(wb)}}{\Delta t_{(s)}}$$

توجه

در صورتی که مدار شامل N حلقه باشد رابطه بالا به صورت مقابل نوشته می‌شود:

$$\bar{\varepsilon}_{(v)} = -N \frac{\Delta \phi_{(wb)}}{\Delta t_{(s)}}$$

نکته



۶) همان طور که قبلاً نیز گفته شد، تغییر شار ممکن است بر اثر تغییر هر یک از کمیت‌های A ، B یا θ باشد. در نتیجه می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta A}{\Delta t} B \cos \theta \right| \quad \bar{\varepsilon} = \left| -N A \frac{\Delta B}{\Delta t} \cos \theta \right| \quad \bar{\varepsilon} = \left| -N A B \frac{(\cos \theta_2 - \cos \theta_1)}{\Delta t} \right|$$

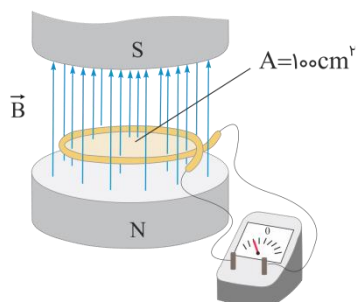


سطح حلقه‌های پیچیده‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است. عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازه آن 0.4 T است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت 0.1 s تغییر می‌کند و به 0.4 T در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر مساحت هر حلقه پیچیده 50 cm^2 باشد، بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در پیچیده، چند ولت است؟ (تهرانی ۱۳۹۸)

(۱) صفر

(۲) 0.4 (۳) 4 (۴) 40 

در شکل زیر، میدان مغناطیسی بین قطب‌های یک آهن‌ربای الکتریکی که بر سطح حلقه عمود است، با زمان تغییر می‌کند و در مدت 0.25 s از 1 T تسلا رو به بالا به 1 T تسلا رو به پایین می‌رسد. بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه در این مدت چند میلی‌ولت است؟ (ریاضی فارغ ۱۳۹۹)



(۱) صفر

(۲) 2 (۳) 4 (۴) 8



پیچه‌ای دارای ۲۰۰ حلقه است و شار مغناطیسی 0.05 وبر از آن می‌گذرد و دو سر این پیچه به هم وصل است. اگر این شار مغناطیسی با آهنگ ثابتی کاهش یافته و به صفر برسد و مقاومت الکتریکی پیچه 10Ω باشد، چند کولن بار الکتریکی در آن شارش پیدا می‌کند؟ (ریاضی ۱۳۹۷)

(۱) 0.01

(۲) 0.1

(۳) ۱

(۴) ۱۰



پیچه‌ای دارای ۱۰۰ حلقه است و مساحت هر حلقه 50cm^2 است و به‌طور عمود در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی 200G قرار دارد. اگر در مدت 0.1 ثانیه پیچه از میدان خارج شود، بزرگی نیرو محرکه القایی متوسط چند ولت است؟ (تفصیلی ۱۴۰۲)

(۱) ۳

(۲) $2/5$

(۳) 0.5

(۴) 0.1



پیچه‌ای از ۲۰۰ حلقه تشکیل شده است و شار مغناطیسی که از آن می‌گذرد در مدت 0.1 ثانیه از 0.02 وبر به 0.005 وبر می‌رسد. اگر مقاومت الکتریکی پیچه 15Ω باشد. جریان القایی متوسط که در این مدت از پیچه می‌گذرد، چند آمپر است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۲۰

(۴) ۳۰



سیملوله‌ای دارای ۴۰۰ حلقه است و مساحت هر حلقه آن 15cm^2 است. درون این سیملوله، میدان مغناطیسی که موازی محور سیملوله است، با آهنگ 0.1 تسلا بر ثانیه کاهش می‌یابد. اگر مقاومت الکتریکی آن 0.2Ω باشد، جریان الکتریکی القایی آن چند آمپر است؟ (ریاضی فارغ ۱۴۰۲)

(۱) 0.2 (۲) 0.6 (۳) 0.3 (۴) 0.4 

سیممی را به شکل حلقه‌ای به شعاع 10cm درمی‌آوریم و آن را روی یک سطح افقی قرار می‌دهیم. میدان مغناطیسی یکنواختی که با سطح قاب زاویه 30° درجه می‌سازد، در مدت $15/7$ میلی‌ثانیه از 6000 گاوس به صفر کاهش می‌یابد. نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه چند ولت است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)

(۱) $0.6\sqrt{3}$ (۲) 0.6 (۳) $1/2\sqrt{3}$ (۴) $1/2$ 

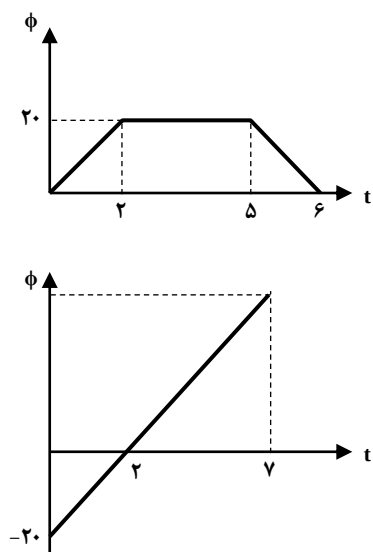
شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه که شامل 50 حلقه است، در SI به صورت $\phi = 0.02 \cos 50\pi t$ است. بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط در پیچه، در بازه زمانی $t_1 = 0.01\text{s}$ تا $t_2 = 0.03\text{s}$ چند ولت است؟ (تجربی فارغ ۱۴۰۲)

(۱) 50 (۲) 25 (۳) 10

(۴) صفر



در هر یک از نمودارهای زیر نمودار نیرو محرکه را رسم کنید. ($N=1$)



❖ قانون لنز

جهت جریان القایی در مدار بسته همواره به گونه‌ای است که با عامل ایجادکننده آن یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند (جریان حاصل از نیروی محرکه القایی در یک مدار یا پیچه در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به‌وجودآورنده جریان القایی، یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند).

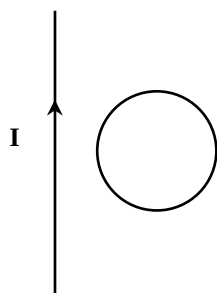
❖ تعیین جهت جریان القایی در مدار بسته

برای تعیین جهت القایی از باعده دست راست و قانون لنز کمک می‌گیریم. بر اساس این قاعده هرگاه آهن‌ربایی به یک پیچه دور یا نزدیک شود، پیچه طبق قانون لنز از دور شدن یا نزدیک شدن آهن‌ربا جلوگیری می‌کند.



در شکل روبه‌رو، حلقه رسانا و سیم راست در یک صفحه قرار دارند. اگر حلقه را و یا شدت جریان را

..... جریان القایی در حلقه ساعتگرد خواهد شد. (تهرپی ۱۳۹۹)



(۱) از سیم دور کنیم - کاهش دهیم

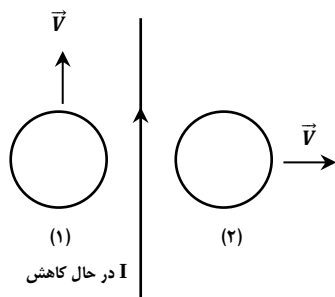
(۲) از سیم دور کنیم - افزایش دهیم

(۳) به سیم نزدیک کنیم - کاهش دهیم

(۴) به سیم نزدیک کنیم - افزایش دهیم



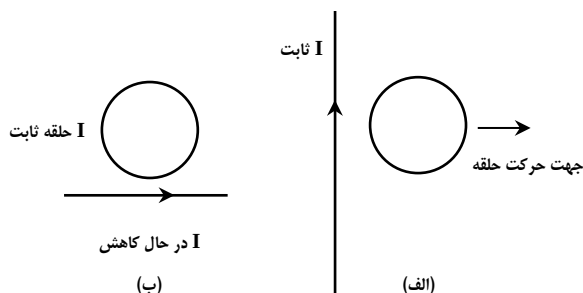
مطابق شکل زیر، دو حلقه در جهت‌های نشان داده شده در نزدیکی یک سیم حامل جریان الکتریکی، حرکت می‌کنند. کدام مورد درست است؟ (تپیری ۱۴۰۲)



- (۱) در حلقه (۱) جریان القا نمی‌شود و در حلقه (۲) جریان القایی پادساعتگرد است
- (۲) جهت جریان القایی در حلقه (۱) پادساعتگرد و در حلقه (۲) ساعتگرد است
- (۳) در حلقه (۱) جریان القا نمی‌شود و در حلقه (۲) ساعتگرد است
- (۴) جهت جریان القایی در حلقه (۱) ساعتگرد و در حلقه (۲) پادساعتگرد است



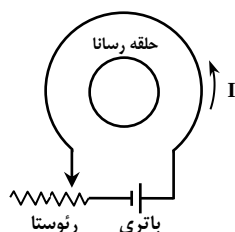
در شکل‌های «الف» و «ب» جهت جریان الکتریکی القا شده در حلقه‌ها به ترتیب، کدام است؟ (تپیری فارغ ۱۴۰۲)



- (۱) ساعتگرد و پادساعتگرد
- (۲) پادساعتگرد و پادساعتگرد
- (۳) پادساعتگرد و ساعتگرد
- (۴) ساعتگرد و پادساعتگرد



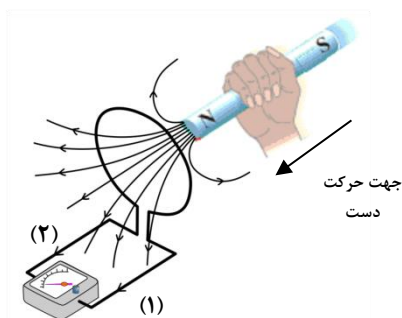
در روبه‌رو، اگر لغزنده رؤستا در حال حرکت به سمت چپ باشد، جریان I چگونه تغییر می‌کند و جهت جراین القایی در حلقه رسانا در کدام جهت خواهد بود؟ (تپیری فارغ ۱۳۹۵)



- (۱) افزایش - ساعتگرد
- (۲) کاهش - ساعتگرد
- (۳) افزایش - پادساعتگرد
- (۴) کاهش - پادساعتگرد



با توجه به جهت حرکت آهنربا، جریان القایی در کدا جهت است و نیروی مغناطیسی که حلقه به آهنربا وارد می کند. چگونه است؟ (ریاضی ۱۴۰۰)



(۱) (۱)، جاذبه

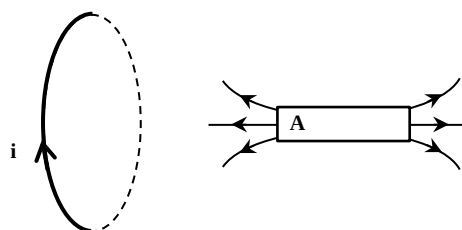
(۲) (۱)، دافعه

(۳) (۲)، جاذبه

(۴) (۲)، دافعه



مطابق شکل، آهنربای میله ای روی محور حلقه رسانا حرکت می کند و در حلقه جریان القایی ایجاد می کند. قطب A کدام است و جهت حرکت آهنربا به کدام سمت است؟ (ریاضی ۱۴۰۲)



(۱) N و ←

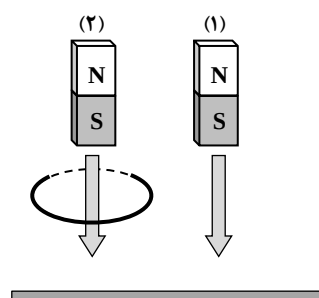
(۲) N و →

(۳) S و ←

(۴) S و →



مطابق شکل، دو آهنربای میله ای مشابه به طور قائم از ارتفاع یکسان و هم زمان رها می شوند. یکی از آهنرباها در هنگام سقوط از حلقه رسانایی عبور می کند. کدام رابطه بین زمان رسیدن آنها به سطح زمین (t_1 و t_2) و تندی برخورد آنها به سطح زمین (v_1 و v_2) درست است؟



(۱) $t_2 < t_1$, $v_2 > v_1$

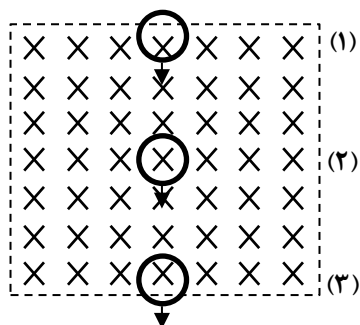
(۲) $t_2 > t_1$, $v_2 > v_1$

(۳) $t_2 < t_1$, $v_2 < v_1$

(۴) $t_2 > t_1$, $v_2 < v_1$



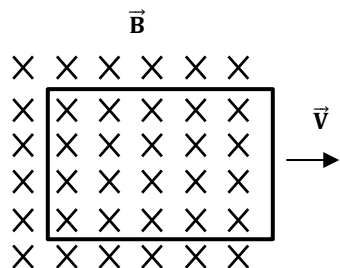
یک حلقه مسی با سرعت ثابت از موقعیت (۱) تا موقعیت (۳) از یک میدان مغناطیسی یکنواخت مطابق شکل زیر عبور می‌کند. اگر جریان القا شده در حلقه در موقعیت (۱) تا (۳) به ترتیب I_1 ، I_2 و I_3 باشد، کدام یک از موارد زیر درست است؟ (تهری ۱۳۹۶)



- (۱) $I_1 = 0$ ، $I_2 = 0$ ساعتگرد
- (۲) $I_1 = 0$ ، $I_2 = 0$ ساعتگرد
- (۳) I_1 ساعتگرد و I_3 ساعتگرد
- (۴) I_1 ساعتگرد و I_3 پادساعتگرد



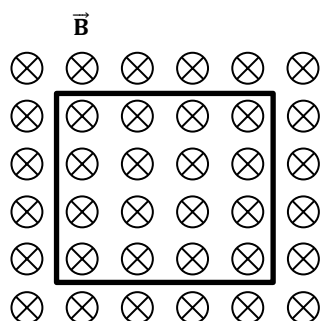
در شکل زیر، یک حلقه رسانا با تندی ثابت از یک میدان مغناطیسی خارج می‌شود و شار مغناطیسی در هر میلی ثانیه 0.2 و بر کاهش می‌یابد. جریان الکتریکی القایی در کدام جهت است و نیروی محرکه القایی متوسط چند ولت است؟ (تهری ۱۴۰۰)



- (۱) ساعتگرد، 0.2
- (۲) ساعتگرد، 20
- (۳) پادساعتگرد، 0.2
- (۴) پادساعتگرد، 20



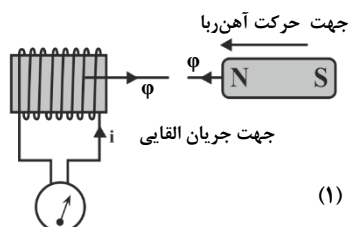
در شکل زیر، حلقه رسانایی به مساحت 600 cm^2 عمود بر میدان مغناطیسی قرار دارد و میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت، در یک میلی ثانیه 200 گاوس کاهش می‌یابد. در این مدت، نیروی محرکه القایی متوسط در حلقه چند ولت است و جهت جریان القایی چگونه است؟ (تهری فارغ ۱۴۰۰)



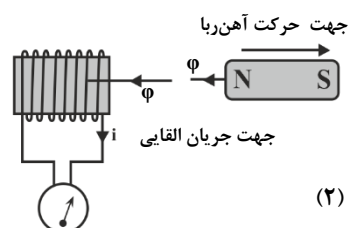
- (۱) $1/2$ ، پادساعتگرد
- (۲) 0.6 ، پادساعتگرد
- (۳) 0.6 ، ساعتگرد
- (۴) $1/2$ ، ساعتگرد

نکته

● در شکل (۱) آهنربا به پیچه نزدیک می‌شود در نتیجه شار عبوری (اصلی Φ) از درون پیچه در حال افزایش است. طبق قانون لنز، شار القایی (Φ') در جهت مخالف شار اصلی می‌باشد.



(۱)



(۲)

● در شکل (۲) آهنربا از پیچه دور می‌شود در نتیجه شار عبوری (اصلی Φ) از درون پیچه در حال کاهش است. طبق قانون لنز، شار القایی (Φ') در جهت شار اصلی می‌باشد.

● به‌طورکلی هرگاه شار عبوری از درون یک سطح بسته در حال افزایش باشد، بار القاشده در جهت مخالف شار اصلی و در صورتی که شار عبوری از درون سطح بسته در حال کاهش باشد، شار القاشده هم‌جهت با شار اصلی خواهد بود. شکل‌های زیر این موضوع را بهتر نشان می‌دهد.



شار اصلی در حال افزایش Φ



شار القایی در جهت مخالف Φ'
 Φ و Φ' هم‌جهت



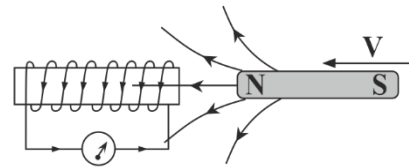
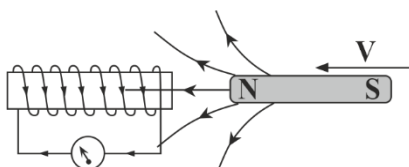
شار اصلی در حال کاهش Φ



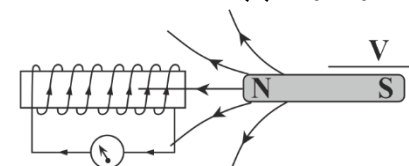
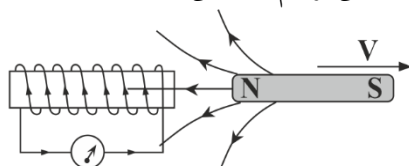
شار القایی هم‌جهت با اصلی Φ'
 Φ و Φ' هم‌جهت

● اگر یک آهنربا (دائمی یا الکتریکی) و یک پیچه (یا سیم‌لوله) را نسبت به یکدیگر حرکت دهیم، در پیچه (یا سیم‌لوله) جریان القایی ایجاد می‌شود و می‌توان آن را به یک آهنربا تشبیه کرد که میدان مغناطیسی ناشی از آن با حرکت دادن آن دو نسبت به یکدیگر مخالفت می‌کند. بنابراین:

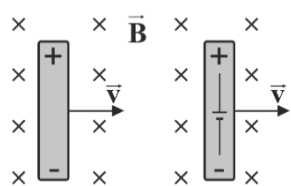
الف) اگر آهنربا و پیچه در حال نزدیک شدن به یکدیگر باشند، نیروی رانشی بر هم وارد می‌کنند.



ب) اگر آهنربا و پیچه در حال دور شدن از یکدیگر باشند، نیروی ربایشی بر هم وارد می‌کنند.

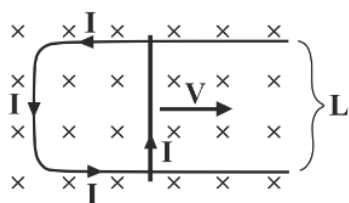


❖ میله رسانای در حال حرکت در میدان مغناطیسی



اگر میله رسانا درون میدان مغناطیسی حرکت کند توسط میدان مغناطیسی بر الکترون‌های میله نیرو وارد شده و آنها را مطابق شکل به انتهای میله سوق می‌دهد در نتیجه بین دو سر میله اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می‌شود.

نکته



۵۵ چنانچه دو سر میله‌ای را به طریقی به یکدیگر وصل کنیم به صورت مدار بسته در می‌آید، مانند شکل روبه‌رو که میله بدون روپوش AB روی رسانای بدون روپوش U شکل حرکت کرده و بارهای الکتریکی درون آن شروع به حرکت می‌کنند و جریان الکتریکی تولید می‌کنند.

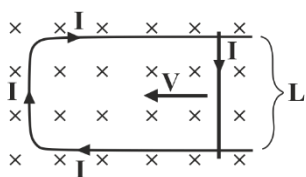
❖ محاسبه نیروی محرکه القایی دو سر میله رسانای متحرک

اگر میله رسانا به طول L با سرعت V در میدان مغناطیسی یکنواخت B حرکت کند اندازه نیروی محرکه القایی دو سر میله از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\varepsilon_{(V)} = B_{(T)} V_{\left(\frac{m}{s}\right)} L_{(m)} \sin \theta$$

که در آن θ زاویه بین جهت میدان و راستای میله است.

نکته



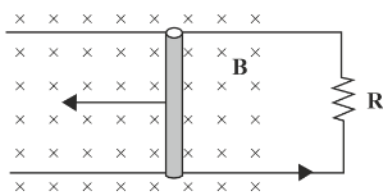
۶۶ اگر میله عمود بر میدان حرکت کند، نیروی محرکه القاشده بیشینه خواهد بود؛

یعنی:

$$\theta = 90^\circ \Rightarrow \sin 90^\circ = 1 \Rightarrow \varepsilon_{\max} = BVL$$



در شکل مقابل اگر $R = ۰/۴\Omega$ ، $B = ۰/۵T$ ، $I = ۰/۵A$ و $L = ۰/۲m$ باشد، سرعت انتقال میله (V) برابر با چند متر بر ثانیه است؟ (L طول میله است)



محاسبه شدت جریان القایی

با توجه به قانون اهم، شدت جریان القایی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\bar{I} = \frac{\varepsilon}{R}, \quad \bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}, \quad \bar{I} = -\frac{N}{R} \times \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

نکته



۱۸ شدت جریان لحظه ای نیز به صورت روبه رو محاسبه می شود: $I = -\frac{N}{R} \times \frac{d\phi}{dt}$

با توجه به رابطه $\Delta q = I \Delta t$ ، مقدار بار جابجا شده در شدت جریان القایی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$I \Delta t = \frac{N}{R} \Delta \phi \Rightarrow \Delta q = \frac{N}{R} \Delta \phi$$

۱۹ مقدار بار شارش یافته در اثر القای الکترومغناطیسی (Δq) را مقدار الکتریسیته القایی نیز می نامند.

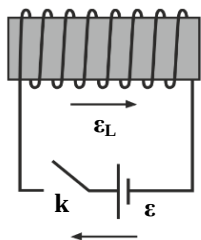
مقدار بار شارش یافته در اثر الکترومغناطیسی (Δq)، به Δt بستگی ندارد.



شاری که از یک حلقه بسته می گذرد، $۰/۴$ وبر تغییر می کند. اگر مقاومت حلقه ۲Ω باشد، چند کولن بار الکتریکی در حلقه جریان یافته است؟

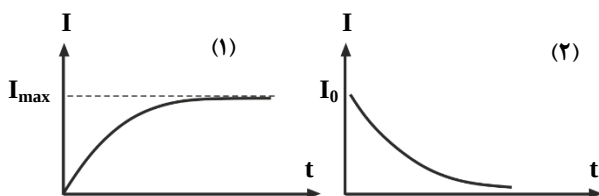
❖ خودالقایی

چنانچه جریان عبوری از درون یک سیملوله تغییر کند، شار تولیدشده توسط آن نیز تغییر خواهد کرد. طبق قانون لنز، سیملوله با این تغییر شار مخالفت کرده و یک جریان القایی در آن تولید می‌کند که با جریان اصلی گذرنده از سیملوله مخالفت خواهد کرد. در نتیجه این جریان القایی نیروی محرکه القایی تولید می‌کند. به این نیروی محرکه، نیروی محرکه خودالقایی گویند و با نماد $\mathcal{E}_L$ نشان می‌دهند و یکای آن در SI ولت می‌باشد.



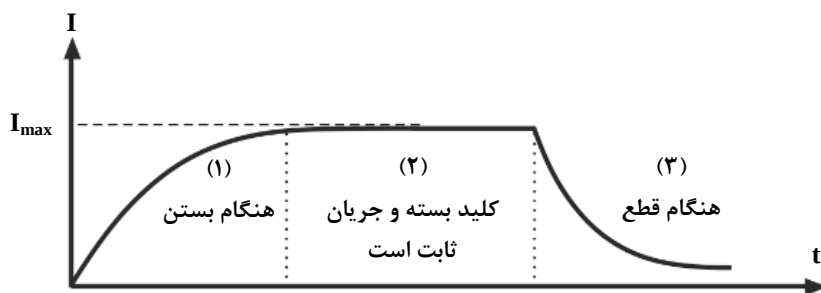
❖ نمودار تغییر شدت جریان بر حسب زمان ($I - t$) در پدیده خود القایی

شکل (۱) مربوط به هنگام بستن (وصل) کلید و شکل (۲) مربوط به هنگام باز کردن (قطع) کلید است.



نکته

(۲) چنانچه دو نمودار فوق را به‌طور همزمان در یک دستگاه رسم کنید، شکل آن به‌صورت زیر درمی‌آید.



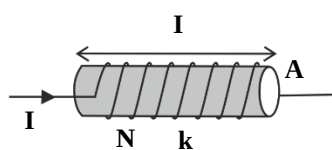
همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌کنید نمودار برای سه مرحله کشیده شده است.

مرحله (۱) $\Leftarrow$ مربوط به بستن کلید و افزایش تدریجی جریان است.

مرحله (۲) $\Leftarrow$ مربوط به حالتی است که کلید بسته و جریان عبوری از سیملوله ثابت است.

مرحله (۳) $\Leftarrow$ مربوط به قطع کلید است که جریان در حال کاهش است و در نهایت به صفر می‌رسد.

محاسبه ضریب خودالقایی سیملوله (القاگر)



در شکل روبه‌رو، N تعداد حلقه‌های سیملوله، A مساحت حلقه‌های سیملوله، l طول سیملوله و k تراوایی نسبی (جنس) هسته سیملوله باشد ضریب خودالقایی آن به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$B = k\mu_0 \frac{N}{l} I \quad \phi = AB \Rightarrow \phi = k\mu_0 A \frac{N}{l} I \Rightarrow \varepsilon_L = -N \frac{d\phi}{dt} \Rightarrow \varepsilon_L = -Nk\mu_0 A \frac{N}{l} \times \frac{dI}{dt} \quad (1)$$

$$\varepsilon_L = -L \frac{dI}{dt} \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow -L \frac{dI}{dt} = -Nk\mu_0 A \frac{N}{l} \times \frac{dI}{dt} \Rightarrow L = k\mu_0 A \frac{N^2}{l}$$

نکته

چنانچه سیملوله بدون هسته باشد ($k=1$) ضریب خودالقایی آن به صورت زیر است:

$$L = \mu_0 A \frac{N^2}{l}$$



چرا ضریب خودالقایی برای یک قطعه سیم راست بسیار ناچیز می‌باشد؟



سطح مقطع یک سیملوله بدون هسته 10 cm^2 و طول آن 50 cm و تعداد حلقه‌های 2000 دور، ضریب خودالقایی آن چند میلی‌هائری است؟ ($\pi = 3$)

نکته



۲۳) اگر دو سیملوله با تعداد دورهای N_1 و N_2 ، سطح مقطع A_1 و A_2 و طول l_1 و l_2 موجود باشند. نسبت ضریب خودالقایی این دو سیملوله از رابطه زیر به دست می آید:

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{A_2}{A_1} \times \frac{l_1}{l_2} \times \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$$



اگر فقط تعداد حلقه‌های یک سیملوله دو برابر شود و سایر مشخصه‌های آن ثابت بمانند، ضریب خودالقایی آن چند برابر می‌شود؟



دو سیملوله با سطح مقطع و تعداد دورهای یکسان اما طول یکی از آنها دو برابر دیگری است. نسبت ضریب خودالقایی سیملوله بلندتر چند برابر سیملوله کوتاه‌تر است؟

◆ انرژی ذخیره شده در سیملوله (القاگر)

در صورتی که دو سر القاگری را به پایانه‌های یک مولد وصل کنیم در آن شدت جریان الکتریکی برقرار می‌شود. در نتیجه مقداری انرژی الکتریکی در سیملوله ذخیره می‌شود که از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$U_{(J)} = \frac{1}{2} L_{(H)} I_{(A)}^2$$

نکته



(۲۴) اگر مقاومت سیملوله R و اختلاف پتانسیل دو سر آن V باشد انرژی ذخیره شده در آن به صورت زیرل به دست می آید:

$$U_{(J)} = \frac{1}{2} L_{(H)} \left(\frac{V}{R} \right)^2$$

چون $V = \varepsilon - IR$ ممکن است رابطه بالا به صورت زیر نیز نوشته شود، که در آن ε نیروی محرکه اعمال شده به دو سر سیملوله است.

$$U_{(J)} = \frac{1}{2} L_{(H)} \left(\frac{\varepsilon - IR}{R} \right)^2$$



انرژی ذخیره شده در یک سیملوله 0.4 ژول، ضریب خودالقایی $2H$ و مقاومت آن 10Ω است. شدت جریان القایی عبوری از درون سیملوله و اختلاف پتانسیل دو سر آن را به دست آورید.



سیملوله بدون هسته به طول 50cm و مساحت سطح مقطع 8m^2 و شامل 500 حلقه حامل جریان $2A$ است. مطلوب است:

الف) ضریب خودالقایی سیملوله

ب) انرژی ذخیره شده در القاگر



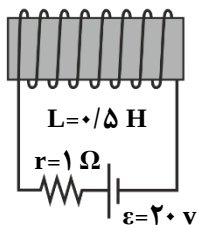
دو سر سیملوله با ضریب خودالقایی 0.4 H و مقاومت $100\ \Omega$ را به اختلاف پتانسیل V وصل می‌کنیم تا $720\ \mu\text{J}$ در آن ذخیره شود. مقدار V چند ولت است؟



انرژی ذخیره‌شده در سیملوله‌ای 0.8 J و مقاومت آن $5\ \Omega$ را به اختلاف پتانسیل $5\sqrt{2}\text{ V}$ وصل می‌کنیم. ضریب خودالقایی سیملوله چند هانری است؟



در شکل روبه‌رو، مقاومت سیملوله 4 H اهم است. انرژی ذخیره‌شده در سیملوله چند واحد در SI است؟





ضریب خودالقایی سیملوله A، ۲ برابر ضریب خودالقایی سیملوله B است و جریان الکتریکی عبوری از آن نیز دو برابر سیملوله B است. انرژی ذخیره شده در سیملوله A چند برابر سیملوله B است؟ (ریاضی فارغ ۱۳۹۲)

(۱) ۲

(۲) ۴

(۳) ۸

(۴) $2\sqrt{2}$



جریان الکتریکی عبوری از ارقاگری به ضریب القاوری L را چند درصد افزایش دهیم تا انرژی ذخیره شده در آن ۲۱ درصد افزایش یابد؟

(۱) ۱۰

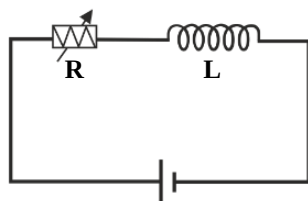
(۲) ۱۱

(۳) ۱۲

(۴) ۲۱



در مدار شکل روبه‌رو، برای آن که انرژی ذخیره شده در سیملوله بیشتر شود باید:



(۱) مقاومت R زیاد شود

(۲) تعداد دورهای سیملوله را کم کنیم

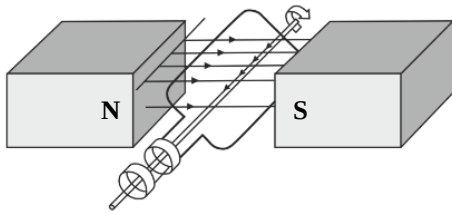
(۳) قطر سیملوله را کاهش دهیم

(۴) یک هسته آهنی داخل سیملوله قرار دهیم

❖ جریان متناوب

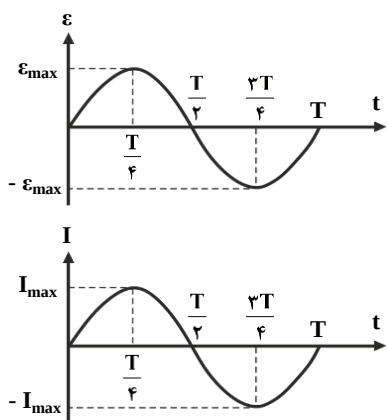
مشاهده کردید که اندازه شار مغناطیسی از رابطه $\phi = AB \cos \theta$ به دست می آید. در نتیجه تغییر آن به هر نحو باعث تولید جریان القایی می شود. حال اگر تغییر شار به صورت تناوبی باشد، جریان تولیدشده نیز تناوبی خواهد بود، که در مورد آن به مرور بحث خواهد شد.

❖ چگونگی تولید جریان متناوب



اگر مطابق شکل پیچهای حول محور خود درون میدان مغناطیسی بچرخد درون میدان مغناطیسی بچرخد شار عبوری از درون آن نیز تغییر کرده و نیروی محرکه‌ای در آن القا می شود. چون در دوران پیچه تغییر شار به صورت تناوبی تغییر خواهد کرد نیروی محرکه القایی نیز متناوب خواهد بود.

❖ نمودارهای تغییرات نیروی محرکه و شدت جریان متناوب بر حسب زمان

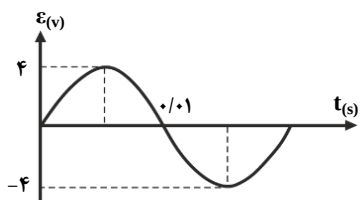


با توجه به معادله‌های این دو کمیت، نمودارهای آنها را می‌توان به صورت‌های روبه‌رو ترسیم کرد.

نمودارها نشان می‌دهند که هر دو هم‌فاز هستند. یعنی تغییرات آنها دقیقاً مشابه یکدیگرند. اما جنس کمیت‌های آنها یکی نیست.



نمودار (s - t) یک جریان متناوب مطابق شکل زیر است. اگر مقاومت مدار آن 8Ω باشد، بیشینه شدت جریان القاشده و دوره تناوب در SI به ترتیب کدام است؟



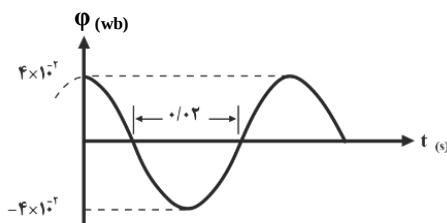
پیچ یک مولد در میدان مغناطیسی یکنواخت، با فرکانس ۶۰ دور بر ثانیه می‌چرخد. فرکانس نیروی محرکه الکتریکی القاشده در مولد برابر با چند هرتز است؟



پیچه یک مولد در میدان مغناطیسی یکنواخت در هر ثانیه ۵۰ دور می‌چرخد. جریان عبوری از پیچه در هر ثانیه چند بار تغییر جهت می‌دهد؟



پیچه‌ای دارای ۲۰۰ حلقه و مقاومت الکتریکی کل 2π اهم است. اگر نمودار شار بر حسب زمان در هر یک از حلقه‌های این پیچه مطابق شکل باشد، جریان القایی در این پیچه در لحظه $t = \frac{1}{10}$ s چند آمپر است؟



معادله جریان - زمان یک مولد جریان متناوب بر حسب یکاهای SI به صورت زیر است:

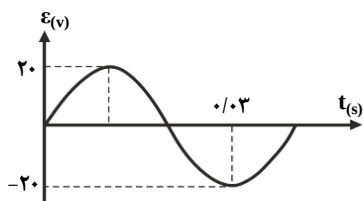
$$I = 2 \times 10^{-2} \sin 24\pi t$$

الف) مقدار جریان در لحظه $t = \frac{1}{48}$ s چند آمپر است؟

ب) نمودار جریان بر حسب زمان را در یک چرخه کامل رسم کنید.



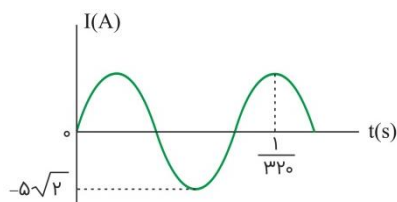
نمودار $(\varepsilon - t)$ یک جریان متناوب مطابق شکل زیر است. اگر مقاومت مدار آن 4Ω باشد، بیشینه شدت جریان القا شده و دوره تناوب در SI را به دست آورید.



جریان متناوبی که بیشینه مقدار آن $2\sqrt{2}$ آمپر و بسامد زاویه‌ای آن 50π رادیان بر ثانیه می‌باشد، از یک رسانا عبور می‌کند. اگر شدت جریان در لحظه $t = 0$ برابر صفر باشد، در لحظه $t = \frac{1}{300}$ s، برابر چند آمپر خواهد بود؟



نمودار تغییرات یک جریان متناوب سینوسی به صورت شکل زیر است. اندازه جریان در لحظه بزرگی جریان چند آمپر است؟ $\frac{1}{320}$ ثانیه چند آمپر است؟ (ریاضی ۱۳۹۹)



(۱) $2/5$

(۲) $2/5\sqrt{2}$

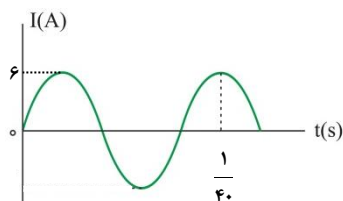
(۳) 5

(۴) $5\sqrt{5}$



از یک سیملوله آرمانی جریان متناوب سینوسی که نمودار تغییرات آن بر حسب زمان به صورت شکل زیر است، عبور می‌کند. اگر انرژی ذخیره شده در سیملوله در لحظه $\frac{1}{4}$ ثانیه برابر با ۷۲ میلی ژول باشد، ضریب

القاوری (خودالقایی) سیملوله چند میلی هانری است؟ (ریاضی قارچ ۱۳۹۹)



۸ (۱)

۶ (۲)

۴ (۳)

۳ (۴)



جریان متناوبی که بیشینه آن ۵A و دوره آن $\frac{1}{50}$ s است. از یک رسانای ۱۰ اهمی می‌گذرد. در لحظه $t = \frac{3}{400}$ s،

جریان چند آمپر است؟ (تپربی ۱۴۰۲)

۸ (۱)

۶ (۲)

۴ (۳)

۳ (۴)

مبدل‌ها

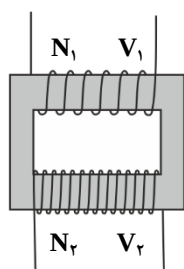
یکی از امتیازهای مهم توزیع توان الکتریکی AC بر DC آن است که افزایش و کاهش ولتاژ AC بسیار آسان‌تر از DC است. در انتقال توان در فاصله‌های دور می‌خواهیم تا حد امکان از ولتاژ هرچه بالاتر و جریان هرچه کمتری استفاده کنیم. این کار اتلاف انرژی یا توان (I^2R) را در خط‌های انتقال کم می‌کند و می‌توان از سیم‌های نازک‌تری استفاده کرد و در مصرف مواد اولیه صرفه‌جویی نمود.

رابطه تعداد حلقه‌های مدار اولیه و ثانویه مبدل‌ها

اگر تعداد حلقه‌های اولیه و ثانویه یک مبدل به ترتیب N_1 و N_2 و اختلاف پتانسیل‌ها را نیز به ترتیب V_1 و

V_2 نشان دهیم، رابطه این کمیت‌ها به صورت زیر خواهد بود.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

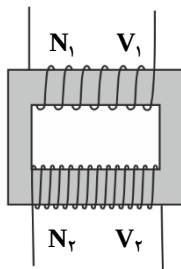




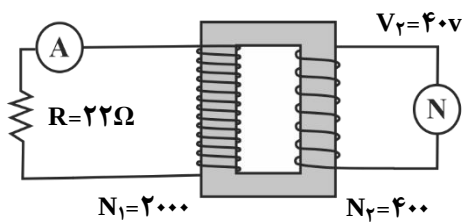
دو سر مدار اولیه یک مبدل ۲۲۰ ولت وصل می‌کنیم. اگر ولتاژ خروجی آن ۱۲ ولت باشد و تعداد حلقه‌های مدار اولیه آن ۱۲۰۰ دور باشد، دورهای پیچه ثانویه را پیدا کنید.



تعداد حلقه‌های خروجی و تعداد حلقه‌های ورودی یک مبدل به ترتیب ۲۴۰ و ۳۶۰۰ دور و ولتاژ خروجی ۶ ولت می‌باشد. اختلاف پتانسل ورودی آن چند ولت است؟



در شکل زیر، آمپرسنج عدد چند را نشان می‌دهد؟





بیشتر تمرین کنید

۱) سطح قاب مربعی شکل بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی عمود است و در این حالت شار مغناطیسی عبوری از آن برابر با Φ است. اگر این قاب را به صورت حلقه‌ای دایره‌ای درآورده و آن را عمود بر خط‌های همان میدان مغناطیسی قرار دهیم، شار مغناطیسی عبوری از آن چند برابر Φ خواهد شد؟

۴) $\frac{2}{\pi}$

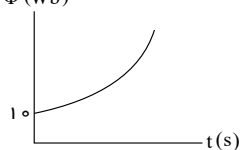
۳) $\frac{\pi}{2}$

۲) $\frac{\pi}{4}$

۱) $\frac{4}{\pi}$

۲) نمودار شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه بر حسب زمان به صورت سهمی شکل زیر است. اگر اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در دو ثانیه اول برابر با $4V$ و اندازه نیروی محرکه القایی متوسط در ثانیه سوم برابر با $10V$ باشد، شار عبوری از حلقه در لحظه $t = 2s$ برابر با چند وبر است؟

قلم چی
 Φ (Wb)



۱) ۸

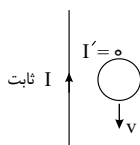
۲) ۱۰

۳) ۱۸

۴) ۲۸

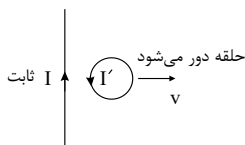
قلم چی

۳) در چند مورد از شکل‌های زیر جهت جریان القایی (I') به درستی نشان داده شده است؟



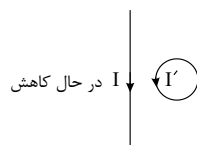
(ت)

۴) ۴



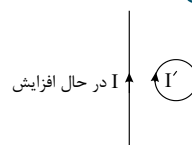
(پ)

۳) ۳



(ب)

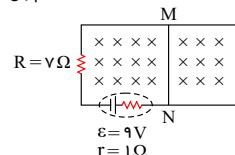
۲) ۲



(الف)

۱) ۱

۴) در مدار شکل زیر، میدان مغناطیسی درون‌سو به بزرگی $5T$ بر سطح پیچه عمود است. میله رسانای MN به طول یک متر و مقاومت 2Ω بار اول با تندی ثابت $2m/s$ به طرف راست و بار دوم با همین تندی به طرف چپ حرکت داده می‌شود. جریان عبوری از مقاومت در حالت دوم نسبت به حالت اول چگونه تغییر می‌کند؟



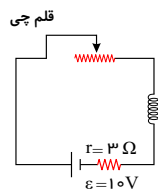
۲) $2A$ کاهش می‌یابد.

۱) $2A$ افزایش می‌یابد.

۴) $8A$ کاهش می‌یابد.

۳) $8A$ افزایش می‌یابد.

۵) در مدار شکل زیر انرژی ذخیره شده در القاگر با ضریب القاوری 8 هانری برابر با 25 ژول است. اگر مقاومت رثوستا دو برابر شود، انرژی ذخیره شده در القاگر چند ژول خواهد شد؟ (مقاومت القاگر ناچیز است.)



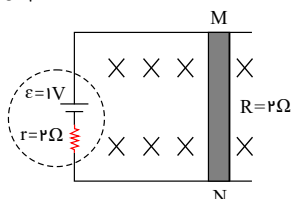
۲) ۶۴

۱) ۱۶

۴) ۱۲٫۵

۳) ۶٫۲۵

۶) مطابق شکل زیر، سیم MN به طول 4 متر و مقاومت الکتریکی 2Ω را در میدان مغناطیسی یکنواخت درون سویی به اندازه $5T$ ، با سرعت ثابت و عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی به حرکت در می‌آوریم. جهت حرکت سیم کدام طرف و سرعت آن چند سانتی‌متر بر ثانیه باشد تا در حالتی که جریان عبوری از مدار صفر نیست، توان خروجی مولد صفر شود؟



۱) $10 \rightarrow$

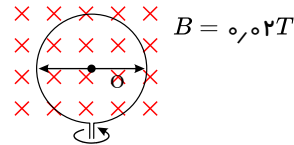
۲) $10 \leftarrow$

۳) $5 \rightarrow$

۴) $5 \leftarrow$

(۷) مطابق شکل زیر، پیچهای تک حلقه و دایره‌ای شکل با مساحت ثابت را که بر راستای خط‌های میدان مغناطیسی $\vec{B}$ عمود است، به اندازه 60° در جهت نشان داده شده می‌چرخانیم و در اثر این چرخش، شار مغناطیسی عبوری از سطح پیچه $4\pi \times 10^{-4} \text{ Wb}$ کاهش می‌یابد. قطر این پیچه چند سانتی‌متر است؟ (از جریان القایی در پیچه صرف نظر کنید).

قلم چی



- (۱) ۱
(۲) ۴
(۳) ۱۰
(۴) ۴۰

(۸) سیم رسانایی به مساحت سطح مقطع 1.7 cm^2 ، مقاومت ویژه $1.7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ و به طول $200\pi \text{ cm}$ را به صورت پیچهای به شعاع 10 cm در می‌آوریم و آن را عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی قرار می‌دهیم. اگر بزرگی میدان با آهنگ 0.1 تسلا بر میلی‌ثانیه تغییر کند، توان مصرفی پیچه چند وات است؟

قلم چی

- (۱) $\pi \times 10^4$
(۲) 10π
(۳) $\pi \times 10^2$
(۴) $5\pi \times 10^3$

(۹) سطح پیچیده مسطحی به مقاومت 10Ω که دارای 200 دور حلقه است و مساحت هر حلقه آن 20 cm^2 است، عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی قرار دارد. اندازه آهنگ تغییرات میدان مغناطیسی چند میلی‌تسلا بر ثانیه باشد تا جریان یک میلی‌آمپر در پیچه القا شود؟

قلم چی

- (۱) 0.25
(۲) 2.5
(۳) 25
(۴) 250

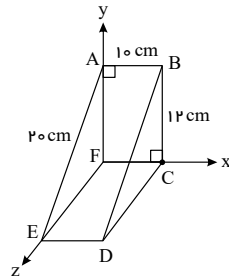
(۱۰) از سیم‌لوله‌ای آرمانی به طول 62.8 cm و سطح مقطع 10 cm^2 ، جریان 10 A عبور می‌کند. اگر انرژی ذخیره شده در آن برابر با 4 mJ باشد، تعداد حلقه‌های سیم‌لوله کدام است؟ $(\pi = 3.14, \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A})$

قلم چی

- (۱) 200
(۲) 40
(۳) 2000
(۴) 4000

(۱۱) در شکل زیر، در صورتی که بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت و ثابت برابر با 0.2 تسلا و جهت آن در امتداد محور y باشد، شار مغناطیسی گذرنده از سطح $ABDE$ چند وبر است؟

قلم چی



- (۱) 32
(۲) 3.2×10^{-3}
(۳) 4×10^{-3}
(۴) 3.2×10^{-4}

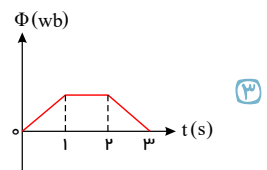
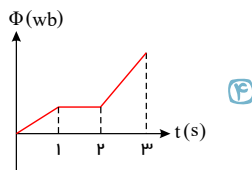
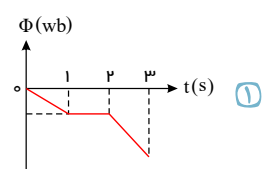
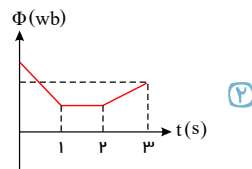
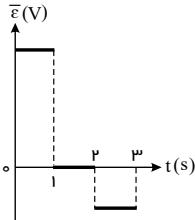
(۱۲) اگر شاری که از یک حلقه بسته به مقاومت الکتریکی 3Ω می‌گذرد، 6 وبر تغییر کند، چند کولن بار الکتریکی خالص از هر مقطع حلقه شارش می‌یابد؟

قلم چی

- (۱) 0.2
(۲) 2
(۳) 0.4
(۴) باید مدت زمان تغییر شار را داشته باشیم.

(۱۳) نمودار تغییرات نیروی محرکه القایی متوسط در یک حلقه بر حسب زمان، به صورت شکل زیر است. کدام یک از گزینه‌های زیر می‌تواند نمودار تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از این حلقه بر حسب زمان باشد؟

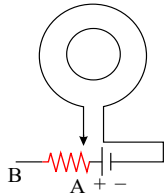
قلم چی



۱۴) سیمی به طول ۲۰۰ متر و مقاومت الکتریکی 5Ω را به صورت پیچهای مسطح با ۲۰۰ دور در می‌آوریم و آن را به صورتی درون میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه $36G$ قرار می‌دهیم که سطح پیچه موازی با خط‌های میدان مغناطیسی باشد. اگر در مدت $1ms$ پیچه به وضعیتی برسد که سطح پیچه با خط‌های میدان مغناطیسی زاویه 30° درجه بسازد، جریان متوسط القایی ایجاد شده در آن چند آمپر می‌شود؟ ($\pi = 3$)

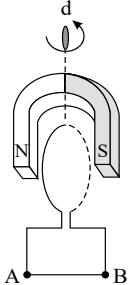
- ۱) $30\sqrt{3}$ ۲) ۶ ۳) ۳۰ ۴) $21,6$

۱۵) اگر در مدار شکل زیر، لغزنده را از A به سمت B حرکت دهیم، در این صورت نوع تغییر شار عبوری از حلقهٔ رسانای داخلی و جهت جریان القایی در آن به ترتیب از راست به چپ کدام است؟



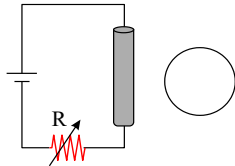
- ۱) کاهش - ساعتگرد
۲) کاهش - پادساعتگرد
۳) افزایش - ساعتگرد
۴) افزایش - پادساعتگرد

۱۶) در شکل زیر، یک پیچه در یک مدار بسته، بین قطب‌های یک آهنربای نعلی شکل به صورت عمود بر صفحه قرار دارد. اگر آهنربای نعلی را حول محور خط d آن در جهت نشان داده شده شروع به چرخاندن بکنیم، شار مغناطیسی عبوری از سطح پیچه در ابتدا می‌یابد و جریان القایی در مدار بسته از خواهد بود.



- ۱) کاهش - B به A
۲) کاهش - A به B
۳) افزایش - B به A
۴) افزایش - A به B

۱۷) در شکل زیر، حلقهٔ رسانا و سیم راست در یک صفحه قرار دارند. اگر حلقه از سیم راست دور شود، جهت جریان القایی درون حلقه می‌باشد و اگر با ثابت ماندن حلقه، مقاومت متغیر یابد جهت القایی درون حلقه، ساعتگرد می‌شود.

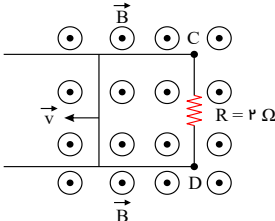


- ۱) پادساعتگرد - کاهش
۲) ساعتگرد - کاهش
۳) پادساعتگرد - افزایش
۴) ساعتگرد - افزایش

۱۸) خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $B = 5 \times 10^{-5} T$ بر سطح پیچهای به مساحت 30 سانتی‌متر مربع، که شامل 1000 دور حلقه است، عمود می‌باشد. اگر هر در مدت $0,2$ ثانیه پیچه طوری حول یکی از قطرهای خود بچرخد که سطح آن موازی خط‌های میدان مغناطیسی یکنواخت قرار بگیرد، اندازهٔ نیروی محرکهٔ متوسط القایی ایجاد شده در پیچه طی این مدت چند ولت است؟

- ۱) $1,5 \times 10^{-2}$ ۲) $7,5 \times 10^{-3}$ ۳) ۷۵ ۴) ۱۵

۱۹) در شکل زیر، یک میلهٔ فلزی به طول 20 سانتی‌متر با تندی ثابت $2m/s$ به سمت چپ در حال حرکت است. اگر سطح قاب عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواخت و برونسویی به بزرگی $2T$ قرار داشته باشد، اندازهٔ جریان الکتریکی القایی متوسط عبوری از مقاومت R چند آمپر و جهت آن کدام است؟ (مقاومت الکتریکی میلهٔ فلزی و سیم‌ها ناچیز است.)



- ۱) ۰,۸ از C به D
۲) ۰,۸ از D به C
۳) ۰,۴ از D به C
۴) ۰,۴ از C به D

۲۰) اگر با سیمی به طول ۱۶۰ متر سیملوله‌ای بدون هسته به شعاع ۴ cm و طول ۲۰ cm بسازیم، ضریب القاوری سیملوله چند هانری است؟
 قلم چی $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A})$

- ۱) $6,4 \times 10^{-3}$ ۲) $1,28 \times 10^{-2}$ ۳) $6,4 \times 10^{-1}$ ۴) $1,28$

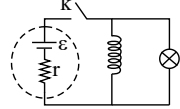
۲۱) یک سیملوله آرمانی بدون هسته، به طول ۶۲,۸ cm و سطح مقطع 1 cm^2 حامل جریان ۱ A است. اگر انرژی ذخیره شده در این سیملوله برابر با ۴ mJ باشد، تعداد حلقه‌های این سیملوله برابر با چند دور است؟ $(\pi = 3,14)$ و $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$
 قلم چی

- ۱) ۲۰۰ ۲) ۴۰ ۳) ۴۰۰۰ ۴) ۲۰۰۰

۲۲) یکای هانری در SI معادل با کدام یک از یکاهای زیر است؟
 قلم چی

- ۱) $\Omega \cdot s$ ۲) $\frac{T \cdot m}{s}$ ۳) $A \cdot s$ ۴) $\frac{V}{s}$

۲۳) در مدار شکل زیر، پس از بستن کلید k، لامپ (القاگر آرمانی است).
 قلم چی



- ۱) روشن شده و سپس به تدریج خاموش می‌شود.
 ۲) روشن نمی‌شود.
 ۳) روشن شده و به تدریج به روشنائی آن افزوده می‌شود.
 ۴) به طور پیوسته چشمک می‌زند (روشن و خاموش می‌شود).

۲۴) در یک مولد تولید برق، آهنربای الکتریکی در هر ثانیه، ۵۰ دور درون پیچۀ می‌چرخد. اگر در یک لحظه جریان نصف بیشینه جریان باشد و مقدار آن مثبت و در حال افزایش باشد، حداقل پس از چند ثانیه از این لحظه جهت جریان عوض می‌شود؟
 قلم چی

- ۱) $\frac{1}{100}$ ۲) $\frac{1}{120}$ ۳) $\frac{1}{200}$ ۴) $\frac{1}{600}$

۲۵) کدام گزینه عوامل مؤثر در ضریب القاوری یک القاگر را به درستی نشان می‌دهد؟
 قلم چی

- ۱) طول القاگر - سطح مقطع القاگر - تعداد دور القاگر - جنس سیمی که القاگر از آن ساخته شده است.
 ۲) طول القاگر - سطح مقطع سیمی که القاگر از آن ساخته شده است - تعداد دور القاگر
 ۳) طول القاگر - سطح مقطع القاگر - تعداد دور القاگر - جنس هسته درون القاگر
 ۴) جنس سیمی که القاگر از آن ساخته شده است - تعداد دور القاگر - جنس هسته درون القاگر

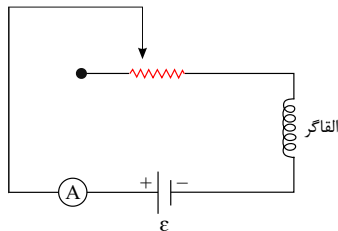
۲۶) انرژی ذخیره شده در القاگری با عبور جریان ۲ A از آن برابر با ۰,۸ ژول می‌باشد. ضریب القاوری این القاگر چند میلی هانری است؟
 قلم چی

- ۱) ۰,۰۴ ۲) ۴۰ ۳) ۰,۰۲ ۴) ۲۰

۲۷) از القاگری به ضریب القاوری ۴۰ mH جریان الکتریکی عبور می‌کند. اگر بزرگی جریان عبوری از این القاگر ۲ A تغییر کند، ۴۰۰ mJ از انرژی ذخیره شده در آن آزاد می‌شود. جریان الکتریکی اولیه عبوری از القاگر چند آمپر بوده است؟
 قلم چی

- ۱) $2\sqrt{5}$ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

۲۸) در مدار شکل زیر، در لحظه کم کردن مقاومت رئوستا، نیروی محرکه خود - القاوری در القاگر در کدام جهت است؟ هم‌چنین اگر ابتدا جهت مولد را عوض کرده و سپس مقاومت رئوستا را زیاد کنیم، نیروی محرکه خود - القاوری ایجاد شده در القاگر در کدام جهت خواهد بود؟
 قلم چی



- ۱) $\uparrow, \uparrow$
 ۲) $\uparrow, \downarrow$
 ۳) $\downarrow, \uparrow$
 ۴) $\downarrow, \downarrow$

۲۹ در یک مولد جریان متناوب، پیچۀ داخل میدان مغناطیسی در مدت یک دقیقه، ۶۰۰۰ دور می‌چرخد. اگر بیشینه جریان تولیدی در این مولد ۲A باشد، کدام گزینه ساده‌ترین معادله جریان برحسب زمان را در SI به درستی نشان می‌دهد؟

- قلم چی
- ۱ $I = 2 \sin 200\pi t$ ۲ $I = \sin 200\pi t$ ۳ $I = 2 \sin 100\pi t$ ۴ $I = \sin 100\pi t$

۳۰ شکل زیر، نمودار جریان متناوبی را نشان می‌دهد که از یک رسانای ۴ اهمی عبور می‌کند. اگر در لحظه $t = 15ms$ نیروی محرکه القایی در این رسانا ۱۶ ولت باشد، بیشینه جریان در این رسانا به ترتیب از راست به چپ برای اولین بار در چه لحظه‌ای بر حسب میلی ثانیه رخ می‌دهد و چند آمپر است؟



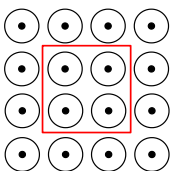
۳۱ در یک مولد جریان متناوب، شار گذرنده از قاب مولد در یک لحظه $\frac{3}{4}$ مقدار بیشینه‌اش است. اندازه جریان القایی در این لحظه چه کسری از بیشینه اندازه جریان است؟

- قلم چی
- ۱ $\frac{1}{4}$ ۲ $\frac{\sqrt{2}}{4}$ ۳ $\frac{1}{2}$ ۴ $\frac{5}{4}$

۳۲ قاب مربع شکل مسطحی به ضلع $20cm$ که از ۱۰۰ دور سیم نازک درست شده است. در میدان مغناطیسی یکنواختی حول یکی از قطرهایش که عمود بر خط‌های میدان است، به‌طور یکنواخت در حال چرخیدن است. اگر مقاومت الکتریکی سیمی که قاب از آن درست شده است $\frac{\Omega}{m}$ باشد، در هر لحظه نسبت جریان القا شده در پیچه به نیروی محرکه القایی آن، چند واحد SI است؟

- قلم چی
- ۱ 0.1 ۲ $\frac{1}{8}$ ۳ 10 ۴ 8

۳۳ مطابق شکل زیر، سطح قابی عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی برون‌سویی قرار دارد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی به تدریج کاهش یابد تا به صفر برسد و سپس خلاف جهت میدان اولیه شروع به افزایش کند، جهت جریان القایی در این حلقه چگونه خواهد بود؟ قلم چی $\vec{B}$



- ۱ ابتدا ساعتگرد و سپس پادساعتگرد
۲ ابتدا پادساعتگرد و سپس ساعتگرد
۳ پیوسته ساعتگرد
۴ پیوسته ساعتگرد

۳۴ از القاگری به ضریب القاوری $0.4H$ جریان متناوبی می‌گذرد که معادله آن در SI به صورت $I = 6 \sin(100\pi t)$ است. بیشینه انرژی ذخیره شده در القاگر چند میلی‌ژول است؟

- قلم چی
- ۱ 0.36 ۲ 0.72 ۳ 360 ۴ 720

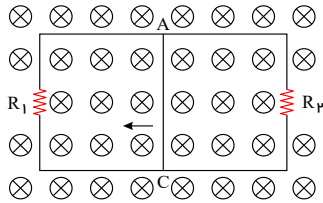
۳۵ میل؟ فلزی MN را روی رسانای U شکل با سرعت ثابت v در مدت Δt از وضع MN به وضع $M'N'$ در می‌آوریم. اگر نیروی محرکه القاء شده ۵ ولت باشد، سرعت حرکت میله چند متر بر ثانیه و جهت جریان القا شده در میله، کدام است؟



۳۶) بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $\vec{B} = 6\vec{i} - 8\vec{j}$ می‌باشد. اگر مساحت حلقه‌ای را که سطح آن عمود بر محور x است؛ از 400 cm^2 به 300 cm^2 تغییر دهیم، بزرگی شار مغناطیسی عبوری از حلقه، چه تغییری می‌کند؟

- ۱) ۰٫۰۸ وبر کاهش می‌یابد. ۲) ۰٫۰۶ وبر افزایش می‌یابد. ۳) ۰٫۰۸ وبر افزایش می‌یابد. ۴) ۰٫۰۶ وبر کاهش می‌یابد.

۳۷) در شکل زیر با حرکت میله AC به سمت چپ جهت جریان القایی عبوری از مقاومت‌های R_1 و R_2 به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ قلم چی



- ۱) بالا، بالا
۲) بالا، پایین
۳) پایین، بالا
۴) پایین، پایین

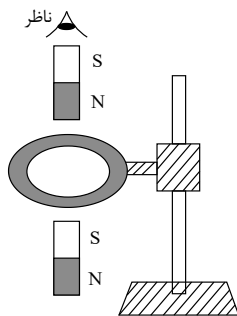
۳۸) وبر بر ثانیه معادل کدام یکا است؟

- ۱) ولت ۲) تسلا ۳) اهم ۴) کولن

۳۹) کدام مورد درباره القاگر درست نیست؟

- ۱) هنگام عبور جریان پایا از القاگر آرمانی انرژی به آن وارد یا از آن خارج نمی‌شود.
۲) وقتی جریان عبوری از القاگر آرمانی در حال کاهش باشد، انرژی وارد القاگر می‌شود.
۳) ضریب القاوری (خود القایی) یک القاگر به تعداد دور، طول، سطح مقطع القاگر و جنس هسته داخل آن بستگی دارد.
۴) بخشی از انرژی که مولد به القاگر می‌دهد در مقاومت سیم‌های القاگر به صورت گرما تلف می‌شود و بقیه در میدان مغناطیسی القاگر ذخیره می‌شود.

۴۰) یک حلقه مسی به صورت افقی، توسط گیره‌ای عایق به یک میله قائم بسته شده است. اگر یک آهن‌ربا را مطابق شکل زیر از بالای حلقه رها کنیم، جهت جریان القا شده در حلقه مسی قبل از ورود به حلقه و پس از عبور از آن از دید ناظری که از بالا نگاه می‌کند، کدام است؟



خارج از کشور

- ۱) ساعتگرد - ساعتگرد
۲) ساعتگرد - پادساعتگرد
۳) پادساعتگرد - ساعتگرد
۴) پادساعتگرد - پادساعتگرد

پایان نامه کلیدی



۱.۵	۲.۴	۲.۳	۴.۲	۱.۱
۱.۱۰	۳.۹	۴.۸	۴.۷	۳.۶
۱.۱۵	۲.۱۴	۲.۱۳	۱.۱۲	۲.۱۱
۲.۲۰	۴.۱۹	۲.۱۸	۱.۱۷	۲.۱۶
۳.۲۵	۲.۲۴	۱.۲۳	۱.۲۲	۴.۲۱
۱.۳۰	۱.۲۹	۱.۲۸	۳.۲۷	۲.۲۶
۱.۳۵	۴.۳۴	۴.۳۳	۲.۳۲	۲.۳۱
۳.۴۰	۲.۳۹	۱.۳۸	۱.۳۷	۴.۳۶



نکته های بیشتر

فیزیک یازدهم

تست‌های تکمیلی

تست های تکمیلی الکتریسته ساکن و خازن



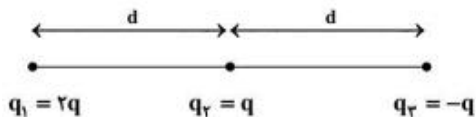
۱. اگر پتانسیل الکتریکی پایانه منفی یک باتری ۲۴ ولتی را ۸- ولت فرض کنیم، پتانسیل الکتریکی پایانه مثبت آن چند ولت خواهد شد؟

- (۱) ۱۶ (۲) ۳۲ (۳) ۱۶- (۴) ۳۲-

۲. اگر صفحه های یک خازن خالی را به پایانه های یک باتری با اختلاف پتانسیل ۸V وصل کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در خازن $24\mu C$ می شود. حال اگر این خازن را به اختلاف پتانسیل ۳۶V وصل کنیم، بار الکتریکی ذخیره شده در آن چند میکروکولن می شود؟ (خازن دچار فروشکست نمی شود).

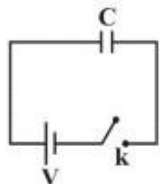
- (۱) ۵۴ (۲) ۱۰۸ (۳) ۱۲ (۴) ۶

۳. سه بار الکتریکی نقطه ای $q_1 = 2q$ ، $q_2 = q$ و $q_3 = -q$ مطابق شکل روی یک خط راست قرار دارند اگر بزرگی برابری نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 برابر با F باشد در صورتی که ۵۰ درصد از بار q_1 کم شود و بار q_3 به اندازه d به سمت راست جابه جا شود، بزرگی برابری نیروهای وارد بر بار q_2 چند F می گردد؟ ($q > 0$)



- (۱) $\frac{3}{5}$ (۲) $\frac{5}{12}$ (۳) ۲ (۴) $\frac{1}{2}$

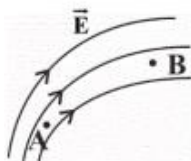
۴. در شکل زیر، خازن بدون بار است و کلید k باز می باشد. با بستن کلید k پس از مدتی خازن شارژ (پر) شده است. اگر در این مدت انرژی داده شده به مدار توسط باتری U_1 و انرژی الکتریکی ذخیره شده در خازن U_2 باشد، نسبت $\frac{U_2}{U_1}$ کدام است؟



- (۱) ۱ (۲) ۲

- (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) $\frac{1}{4}$

۵. شکل زیر خطوط یک میدان الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می دهد. کدام گزینه درباره مقایسه پتانسیل الکتریکی و بزرگی میدان نقاط A و B درست است؟



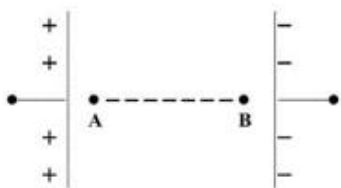
(۱) $E_A > E_B$ ، $V_A > V_B$

(۲) $E_A > E_B$ ، $V_A < V_B$

(۳) $E_A < E_B$ ، $V_A > V_B$

(۴) $E_A < E_B$ ، $V_A < V_B$

۶. در شکل زیر، بار الکتریکی نقطه ای $q = -5\mu C$ از نقطه A با پتانسیل الکتریکی ۱۶۰۰V به نقطه B با پتانسیل الکتریکی ۱۰۰۰V انتقال می یابد. در این جابه جایی، انرژی پتانسیل الکتریکی آن چگونه تغییر می کند؟



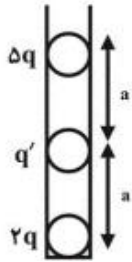
(۱) ۰/۰۶ ژول کاهش می یابد.

(۲) ۰/۰۶ ژول افزایش می یابد.

(۳) ۰/۰۳ ژول کاهش می یابد.

(۴) ۰/۰۳ ژول افزایش می یابد.

۷ مطابق شکل زیر، سه گلوله باردار هم‌جرم درون یک استوانه شیشه‌ای قائم به حال تعادل قرار دارند. در این صورت $\frac{q'}{q}$ کدام است؟ (گلوله پایینی بر کف



استوانه تکیه دارد و گلوله‌ها با دیواره استوانه اصطکاک ندارند.)

$$-\frac{5}{16} \quad (2)$$

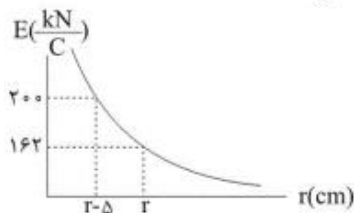
$$\frac{5}{16} \quad (1)$$

$$-\frac{5}{4} \quad (4)$$

$$\frac{5}{4} \quad (3)$$

۸ در شکل زیر، اندازه میدان الکتریکی حاصل از ذره باردار q بر حسب فاصله از آن نشان داده شده است. r بر حسب سانتی‌متر

و اندازه بار q بر حسب میکروکولن به ترتیب از راست به چپ مطابق کدام گزینه است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$



$$9 \text{ و } 45 \quad (1)$$

$$4/5 \text{ و } 45 \quad (2)$$

$$9 \text{ و } 50 \quad (3)$$

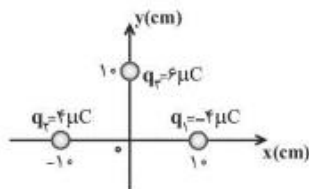
$$4/5 \text{ و } 50 \quad (4)$$

۹ بزرگی میدان الکتریکی حاصل از ذره باردار $q = 3/2 \times 10^{-19} C$ در فاصله $d = 10^{-10} m$ از آن بر حسب نیوتون

بر کولن کدام است؟ $(k = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2})$

$$2/88 \times 10^{-20} \quad (4) \quad 2/88 \times 10^{-14} \quad (3) \quad 2/88 \times 10^{-11} \quad (2) \quad 2/88 \times 10^{-8} \quad (1)$$

۱۰ در شکل زیر، ۳ بار الکتریکی نقطه‌ای در نقاط مشخص شده قرار دارند. بردار میدان الکتریکی برآیند در مبدأ بر حسب $\frac{N}{C}$ کدام است؟



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

$$9 \times 10^6 \vec{j} \quad (1)$$

$$5/4 \times 10^6 \vec{j} \quad (2)$$

$$(7/2 \vec{i} - 5/4 \vec{j}) \times 10^6 \quad (3)$$

$$(5/4 \vec{i} - 7/2 \vec{j}) \times 10^6 \quad (4)$$

۱۱ خازن تختی با عایقی به ضریب دی‌الکتریک ۲ و ظرفیت $4 \times 10^{-2} \mu F$ به اختلاف پتانسیل ۲۰۰ ولت وصل است. اگر در این وضعیت عایق از بین دو

صفحه خازن خارج شود، ظرفیت و بار خازن به ترتیب از راست به چپ بر حسب میکروفاراد و میکروکولن کدام است؟

$$8.16 \times 10^{-2} \quad (4) \quad 8.4 \times 10^{-2} \quad (3) \quad 4.4 \times 10^{-2} \quad (2) \quad 4.2 \times 10^{-2} \quad (1)$$

۱۲ ذره‌ای با بار الکتریکی $q = +8 \mu C$ در نقطه A قرار دارد. اندازه میدان الکتریکی این ذره در نقطه O چند برابر اندازه میدان الکتریکی‌اش در

نقطه B می‌باشد؟

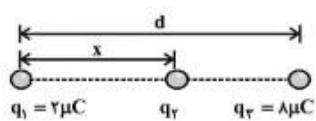
$$2/5 \quad (2)$$

$$4 \quad (1)$$

$$12/5 \quad (4)$$

$$1 \quad (3)$$

۱۳ سه بار الکتریکی نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. اگر برابند نیروهای الکتریکی وارد بر هر یک از بارها برابر با صفر باشد بار q_3 چند میکروکولن است؟



$$+\frac{2}{9} \quad (2)$$

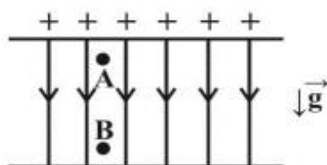
$$+\frac{8}{9} \quad (4)$$

$$-\frac{2}{9} \quad (1)$$

$$-\frac{8}{9} \quad (3)$$

۱۴ مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار $q = -32 \mu C$ و جرم $1/6g$ ، 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 بر حسب میلی‌متر کدام است؟ (از مقاومت هوا چشم‌پوشی کنید و



$$(g = 10 \frac{N}{kg})$$

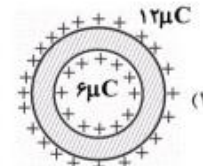
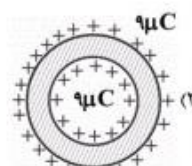
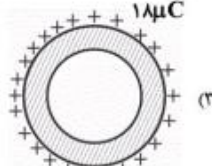
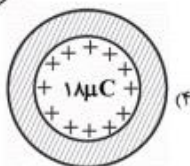
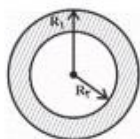
$$10 \quad (1)$$

$$100 \quad (2)$$

$$1000 \quad (3)$$

$$10000 \quad (4)$$

۱۵ شکل زیر نمایش دهنده یک پوسته فلزی خنثی است که R_1 شعاع بیرونی پوسته و R_2 شعاع درونی پوسته است. چنانچه ۱۸ میکروکولن بار به این پوسته داده شود، نحوه توزیع بار در قسمت‌های داخلی و خارجی پوسته مطابق شکل کدام گزینه است؟ ($R_1 = 2R_2$)



۱۶ چه تعداد از موارد زیر در الکتریسیته ساکن صحیح است؟

(الف) میدان الکتریکی خالص داخل رسانا صفر است.

(ب) تراکم بار در نقاط تیزتر سطح یک جسم رسانای باردار بیشتر است.

(پ) بار الکتریکی اضافی داده شده به یک رسانا روی سطح خارجی آن توزیع می‌شود.

(ت) شخصی که در داخل اتومبیل قرار دارد از خطر آذرخش در امان است.

$$4 \quad (4)$$

$$3 \quad (3)$$

$$2 \quad (2)$$

$$1 \quad (1)$$

۱۷ یک ذره به جرم $8 \times 10^{-27} kg$ و بار الکتریکی $1.6 \times 10^{-19} C$ ، در یک میدان الکتریکی یکنواخت به بزرگی $10^3 \frac{N}{C}$ از حال سکون رها می‌شود.

اگر تنها نیروی وارد بر ذره، از طرف این میدان باشد، تندی این ذره پس از چند سانتی‌متر جابه‌جایی به $10^5 \frac{m}{s}$ خواهد رسید؟

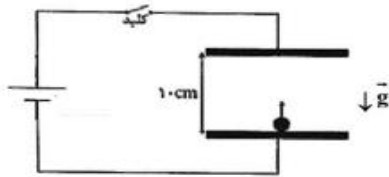
$$25 \quad (2)$$

$$50 \quad (4)$$

$$2/5 \quad (1)$$

$$5 \quad (3)$$

۱۸ مطابق شکل زیر، جسمی به جرم $1g$ که دارای بار الکتریکی $-25\mu C$ است، در نزدیکی صفحه پایینی قرار دارد. در صورتی که کلید باز باشد، کمترین تندی پرتاب در راستای قائمی که لازم است تا جسم به صفحه بالایی برسد، برابر با v_0 است و در صورتی که کلید بسته شود، با ایجاد میدانی پکتواخت به بزرگی $2 \times 10^3 \frac{N}{C}$ ، به سمت پایین بین صفحات، این مقدار برابر v_0' می باشد. نسبت $\frac{v_0'}{v_0}$ کدام است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)



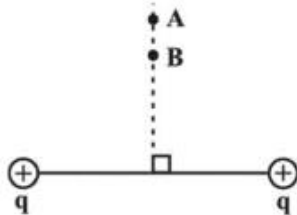
(۱) $\sqrt{2}$

(۲) $\sqrt{3}$

(۳) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

(۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

۱۹ در شکل زیر، نقاط A و B روی عمودمنصف خط وصل دو بار نقطه ای $+q$ قرار دارند. اگر از نقطه A به سمت نقطه B حرکت کنیم، پتانسیل الکتریکی چگونه تغییر می کند؟



(۱) افزایش می یابد.

(۲) کاهش می یابد.

(۳) ابتدا افزایش، سپس کاهش می یابد.

(۴) ابتدا کاهش، سپس افزایش می یابد.

۲۰ دو گلوله کوچک فلزی مشابه A و B به ترتیب دارای بارهای الکتریکی $q_A = 6\mu C$ و $q_B = -2\mu C$ در فاصله ۶ سانتی متری از هم قرار دارند. اگر گلوله ها را به هم تماس داده و سپس در فاصله ۲ سانتی متری از هم قرار دهیم، بزرگی نیروی الکتریکی بین آنها نسبت به حالت اول چگونه تغییر می کند؟

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

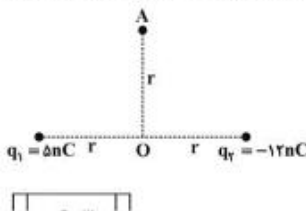
(۲) 60 نیوتون افزایش می یابد.

(۱) 60 نیوتون کاهش می یابد.

(۴) 90 نیوتون کاهش می یابد.

(۳) 90 نیوتون افزایش می یابد.

۲۱ مطابق شکل زیر، دو بار الکتریکی نقطه ای q_1 و q_2 در فاصله $2r$ از یکدیگر قرار دارند و نقطه A روی عمودمنصف خط وصل دو بار و به فاصله r از خط وصل دو بار قرار دارد. اگر اندازه میدان برابند دو بار در نقطه O برابر $17 \times 10^4 \frac{N}{C}$ باشد، اندازه میدان برابند دو بار در نقطه A چند نیوتون بر کولن



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

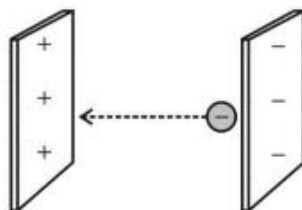
(۲) $6/5 \times 10^4$

(۱) 13×10^4

(۴) $\frac{39\sqrt{2}}{4} \times 10^4$

(۳) $\frac{13\sqrt{2}}{2} \times 10^4$

۲۲ مطابق شکل، الکترونی از مجاورت صفحه با بار منفی خازنی رها می شود و با تندی $10^6 \frac{m}{s}$ به صفحه مقابل آن می رسد. اگر ظرفیت خازن $16\mu F$ باشد، بار الکتریکی ذخیره شده در این خازن چند میکروکولن است؟ (بار و جرم الکترون به ترتیب $1/6 \times 10^{-19} C$ و $9/1 \times 10^{-31} kg$ در نظر گرفته



شود و از نیروی وزن وارد بر الکترون صرف نظر شود).

(۱) $1/6 \times 10^{-15}$

(۲) $4\sqrt{91}$

(۳) ۹۱

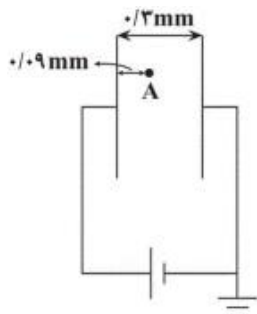
(۴) $45/5$

۲۳ مدار یک فلاش عکاسی، انرژی را با ولتاژ $200V$ ، در یک خازن تخت با ظرفیت $30 \mu F$ ذخیره می کند. اگر همه این انرژی در مدت $5ms$ تخلیه شود، توان متوسط خروجی فلاش چند کیلووات است؟

- (۱) 12×10^{-3} (۲) ۱۲ (۳) 24×10^{-3} (۴) ۲۴

۲۴ در اثر مالش یک پارچه کتان با یک میله خنثی از جنس نقره، بار الکتریکی به اندازه $4nC$ در میله ایجاد شده است. در این صورت میله تعداد ... الکترون ... است. ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$) و در جدول سری الکتریسته مالشی نقره پایین تر از پارچه کتان قرار دارد)

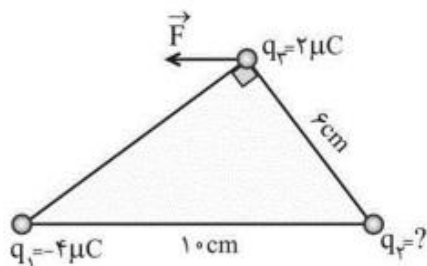
- (۱) 4×10^{13} - گرفته (۲) 4×10^{13} - از دست داده
(۳) 4×10^{10} - گرفته (۴) 4×10^{10} - از دست داده



۲۵ در شکل زیر اگر مساحت هر یک از صفحه های خازن برابر با $4cm^2$ و بار ذخیره شده در خازن 40 پیکوکولن باشد، پتانسیل الکتریکی نقطه A چند ولت است؟ (فضای بین صفحات خازن هوا است و $\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$)

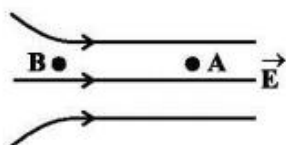
- (۱) $\frac{V}{3}$ (۲) $\frac{V}{9}$ (۳) -1 (۴) $\frac{3}{V}$

۲۶ مطابق شکل، سه بار نقطه ای در جای خود ثابت شده اند. برابند نیروهایی که بارهای q_1 و q_2 بر بار q_3 وارد می کنند (نیروی $\vec{F}$)، موازی با قاعده مثلث است. بار q_2 چند میکروکولن است؟



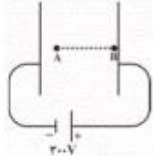
- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) $\frac{9}{4}$ (۴) $\frac{27}{16}$

۲۷ شکل زیر، خطوط میدان الکتریکی را در قسمتی از فضا نشان می دهد. درباره مقایسه اندازه میدان و پتانسیل الکتریکی نقاط A و B، کدام رابطه درست است؟



- (۱) $V_B > V_A$ و $E_B < E_A$ (۲) $V_B > V_A$ و $E_B > E_A$
(۳) $V_B < V_A$ و $E_B < E_A$ (۴) $V_B < V_A$ و $E_B > E_A$

۲۸ در شکل زیر و در میدان الکتریکی یکنواخت بین دو صفحه به بزرگی $E = 2 \times 10^3 \frac{N}{C}$ ، پروتونی از نقطه A با تندی اولیه $2 \times 10^5 \frac{m}{s}$ به طرف صفحه دارای بار مثبت پرتاب شده و سرانجام در نقطه B که مجاور صفحه مثبت است، متوقف می شود. اگر اختلاف پتانسیل دو سر باتری $300V$ باشد، فاصله نقطه A از صفحه منفی چند سانتی متر است؟ (از نیروی وزن و اصطکاک صرف نظر کنید و بار پروتون $1.6 \times 10^{-19} C$ و جرم آن $1.6 \times 10^{-27} kg$ فرض شود).



- (۱) ۱۵
(۲) ۱۰
(۳) ۵
(۴) ۶

۲۹ اندازه نیروی الکتریکی وارد بر ذره بارداری به اندازه $2 \mu C$ از طرف یک میدان الکتریکی، $26 \mu N$ و جهت آن خلاف جهت میدان الکتریکی است. نوع بار و میدان الکتریکی در SI مطابق با کدام گزینه می تواند باشد؟

- (۱) مثبت، $6\vec{i} + 7\vec{j}$
(۲) منفی، $6\vec{i} + 7\vec{j}$
(۳) مثبت، $12\vec{i} - 5\vec{j}$
(۴) منفی، $12\vec{i} - 5\vec{j}$

۳۰ انرژی ذخیره شده در خازنی $400 \mu J$ است. بار خازن را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا انرژی ذخیره شده در آن $256 \mu J$ کاهش یابد؟
(۱) ۶۰ درصد افزایش دهیم. (۲) ۶۰ درصد کاهش دهیم. (۳) ۴۰ درصد کاهش دهیم. (۴) ۴۰ درصد افزایش دهیم.

پایخانه کلیدی



۱.۵	۳.۴	۲.۳	۲.۲	۱.۱
۳.۱۰	۲.۹	۴.۸	۲.۷	۴.۶
۳.۱۵	۱.۱۴	۳.۱۳	۴.۱۲	۱.۱۱
۲.۲۰	۱.۱۹	۳.۱۸	۲.۱۷	۴.۱۶
۱.۲۵	۳.۲۴	۲.۲۳	۴.۲۲	۲.۲۱
۳.۳۰	۴.۲۹	۳.۲۸	۱.۲۷	۴.۲۶

تست‌های تکمیلی الکتریسته جاری



۱ پیچ‌های از ۱۰۰ دور سیم مسی به قطر مقطع ۲ mm تشکیل شده که به صورت یک لایه دور استوانه‌ای به شعاع ۱۰ سانتی‌متر پیچیده شده است. مقاومت الکتریکی سیم پیچیده شده چند اهم است؟ ($\rho_{\text{مس}} = 1/7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$)

(۱) ۰/۱۷ (۲) ۰/۳۴ (۳) ۱۷ (۴) ۳۴

۲ جرم سیم مسی A دو برابر جرم سیم مسی B است، ولی قطر مقطع سیم A نصف قطر مقطع سیم B است. اگر مقاومت الکتریکی سیم A برابر 10Ω باشد، مقاومت الکتریکی سیم B چند اهم است؟ (دما ثابت و یکسان است.)

(۱) ۳/۱۲۵ (۲) ۵۰ (۳) ۲۰۰ (۴) ۶/۲۵

۳ سیمی به جرم ۶۰ گرم و قطر سطح مقطع ۱ mm به یک باتری با نیروی محرکه ۵V متصل است. اگر چگالی و مقاومت ویژه این سیم به ترتیب $6/4 \text{ g/cm}^3$ و $15 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ باشد، در مدت ۳/۲ ثانیه چه تعداد الکترون از یک مقطع این سیم جابه‌جا می‌شود؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، $\pi = 3$ و سیم را مقاومت اهمی در نظر بگیرید.)

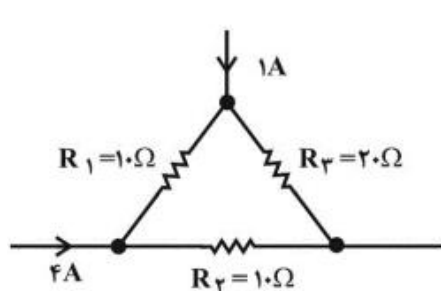
(۱) 4×10^{19} (۲) 4×10^{20} (۳) 2×10^{19} (۴) 2×10^{20}

۴ چند مورد از عبارات زیر نادرست است؟

(آ) وقتی میدان الکتریکی را به فلز اعمال کنیم، الکترون‌ها به طور بسیار آهسته‌ای در جهت میدان الکتریکی سوق پیدا می‌کنند.
(ب) آمپرساعت یکای انرژی الکتریکی است.
(پ) در یک رسانا، هنگامی که هیچ نیروی خالص الکتریکی بر الکترون‌های آزاد وارد نشود، جریان در آن رسانا برقرار نمی‌شود.
(ت) سرعت سوق الکترون‌ها در سیم حامل جریان از سرعت واقعی حرکت آن‌ها کمتر است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۵ در شکل زیر که قسمتی از یک مدار است، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_1 چند برابر اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R_2 است؟



(۱) $\frac{1}{7}$

(۲) $\frac{1}{6}$

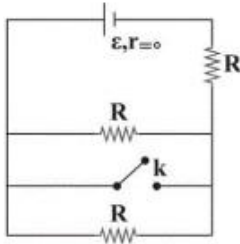
(۳) $\frac{1}{5}$

(۴) $\frac{1}{4}$

۶ اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک رسانای اهمی را در دمای ثابت، ۲ ولت افزایش دهیم، جریان الکتریکی عبوری از آن ۲۰ درصد افزایش می‌یابد. اختلاف پتانسیل اولیه دو سر رسانا چند ولت بوده است؟

(۱) ۱۲ (۲) ۸ (۳) ۵ (۴) ۱۰

۷ در مدار شکل زیر ابتدا کلید k باز است. با بستن کلید k ، توان مصرفی مدار چند برابر می شود؟

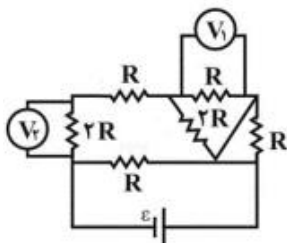


- (۱) $\frac{2}{3}$
(۲) $\frac{3}{2}$
(۳) $\frac{4}{3}$
(۴) $\frac{3}{4}$

۸ توان الکتریکی مصرفی یک گرمکن الکتریکی که به اختلاف پتانسیل ثابت $180V$ وصل شده، برابر با $720W$ است. جریان عبوری از این گرمکن برحسب آمپر و انرژی الکتریکی مصرفی آن در مدت زمان ۵ ساعت برحسب کیلووات ساعت به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

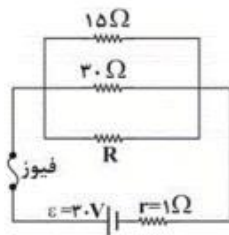
- (۱) $3/6, 4$ (۲) $3/6, 0/4$ (۳) $36, 4$ (۴) $36, 0/4$

۹ در مدار زیر، اگر ولتسنج ایده آل V_1 عدد 20 ولت را نشان دهد، ولتسنج ایده آل V_2 چند ولت را نشان خواهد داد؟



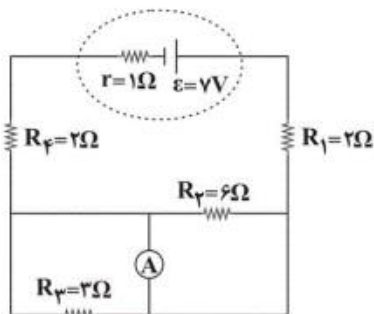
- (۱) 40
(۲) 10
(۳) 20
(۴) 60

۱۰ در مدار شکل مقابل، مقاومت R چند اهم باشد تا فیوز 10 آمپری نبرد؟



- (۱) حداقل $2/5$
(۲) حداکثر $2/5$
(۳) حداقل 2
(۴) حداکثر 2

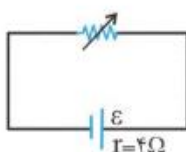
۱۱ در مدار شکل مقابل آمپرسنج ایده آل چه عددی را برحسب آمپر نشان می دهد؟



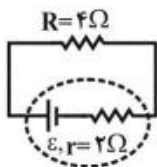
- (۱) 1
(۲) 2
(۳) $1/4$
(۴) $2/8$

۱۲ در مدار زیر، وقتی مقاومت رنوستا برابر 8 اهم است، توان خروجی مولد برابر P_1 است. مقاومت رنوستا را به چند اهم برسانیم تا توان خروجی مولد دوباره

برابر P_1 شود؟



- (۱) 1
(۲) 2
(۳) 4
(۴) 6

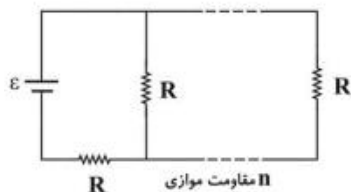


۱۳ در مدار شکل مقابل، اگر توان مصرفی در مقاومت R برابر ۳۶ وات باشد، نیروی محرکهٔ باتری چند ولت است؟

- (۱) ۲۴
(۲) ۱۸
(۳) ۱۲
(۴) ۹

۱۴ در شکل زیر، آرایه‌ای شامل n مقاومت موازی و یک مقاومت متوالی به یک باتری با مقاومت درونی صفر، بسته شده‌اند. اندازهٔ همهٔ مقاومت‌ها یکسان است. اگر

مقاومت یکسانی به طور موازی به انتهای این آرایش افزوده شود، جریان عبوری از باتری به اندازهٔ $1/25$ درصد تغییر می‌کند. n کدام است؟



- (۱) ۱۰
(۲) ۳۲
(۳) ۸
(۴) ۴

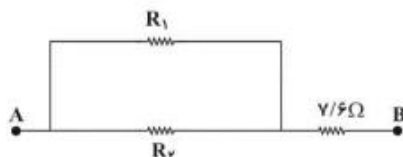
۱۵ روی لامپ A اعداد (۲۰۰W و ۲۰۰V) و روی لامپ B اعداد (XW و ۱۰۰V) نوشته شده است. این دو لامپ را به صورت موازی با هم، به اختلاف

پتانسیل ۱۰۰ ولت متصل می‌کنیم. اگر مجموع توان مصرفی لامپ‌ها برابر با ۲۵۰W باشد، مقاومت لامپ‌های A و B به ترتیب از راست به چپ چند اهم

است؟ (مقاومت لامپ‌ها ثابت فرض شود).

- (۱) ۲۰۰، ۲۰۰
(۲) ۵۰، ۵۰
(۳) ۵۰، ۲۰۰
(۴) ۵۰، ۲۰۰

۱۶ در شکل زیر، اگر مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B برابر با ۱۰ اهم باشد، R_1 و R_2 چند اهم می‌توانند باشند؟



- (۱) ۶ و ۴
(۲) ۱۲ و ۳
(۳) ۶ و ۲

(۴) گزینه‌های ۱ و ۲ می‌توانند پاسخ باشند.

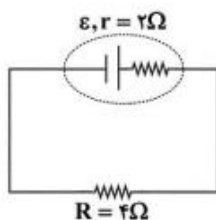
۱۷ ظرفیت یک باتری ۶۰ میلی‌آمپر ساعت است، اگر این باتری جریان متوسط $15A/10$ را فراهم سازد، پس از گذشت چند دقیقه این باتری به طور کامل

خالی می‌شود؟

- (۱) ۱۲
(۲) ۲۴
(۳) ۳۶
(۴) ۴۸

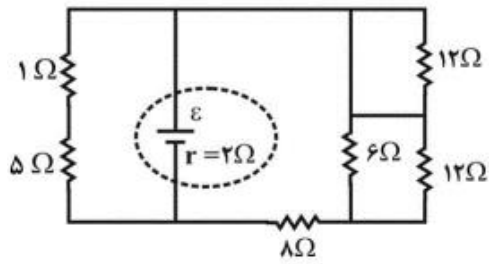
۱۸ اگر در مدار شکل زیر، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R برابر با ۱۲ ولت باشد، مولد برای به حرکت در آوردن بار $50\mu C$ در مدار، چند میلی‌ژول کار

روی آن انجام می‌دهد؟



- (۱) ۶
(۲) ۹
(۳) ۱۲
(۴) ۱۸

۱۹ در مدار زیر، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومتی که بیشترین توان را مصرف می‌کند، برابر با ۱۰ ولت است. $\mathcal{E}$ چند ولت است؟



(۱) ۴۵

(۲) ۱۸

(۳) ۱۲

(۴) ۲۲/۵

۲۰ از سیمی به طول ۲۵ متر که اختلاف پتانسیل ۳ ولت در دو سر آن برقرار است، جریان $1/2$ آمپر عبور می‌کند. اگر مقاومت ویژه سیم $1.0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ و چگالی آن $\frac{g}{cm^3}$ باشد، جرم سیم چند گرم است؟

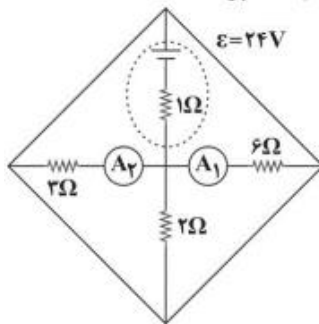
(۴) ۷۲

(۳) ۵۴

(۲) ۳۶

(۱) ۱۸

۲۱ در مدار شکل زیر بزرگی اختلاف اعدادی که آمپرسنج‌های آرمانی A_1 و A_2 نشان می‌دهند، چند آمپر است؟



(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۴

(۴) ۱

۲۲ سیمی به مقاومت R را به مولدی با ولتاژ V وصل می‌کنیم. اگر سیم را بکشیم به گونه‌ای که بدون تغییر جرم، سطح مقطع آن به‌طور یکنواخت ۲۰ درصد کاهش یابد، توان مصرفی آن چند درصد و چگونه تغییر می‌کند؟

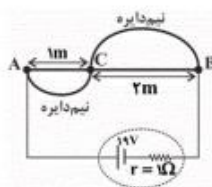
(۲) ۳۶ درصد کاهش می‌یابد.

(۱) ۳۶ درصد افزایش می‌یابد.

(۴) ۶۴ درصد کاهش می‌یابد.

(۳) ۶۴ درصد افزایش می‌یابد.

۲۳ مطابق شکل زیر، یک سیم فلزی یکنواخت را که هر متر آن 10Ω مقاومت دارد، بین دو نقطه A و B بسته و به مولدی متصل می‌کنیم. گرمای تولید شده در این سیم در مدت ۱۰ دقیقه چند کیلوژول است؟ ($\pi = 3$) و سیم‌های رابط فاقد مقاومت هستند.



(۲) $10/8$

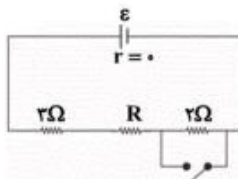
(۱) $10/8$

(۴) $5/4$

(۳) $5/4$

۲۴ در مدار شکل زیر، پس از اتصال کلید، اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت R ، ۲۰ درصد تغییر می‌کند. مقاومت R چند اهم

است؟



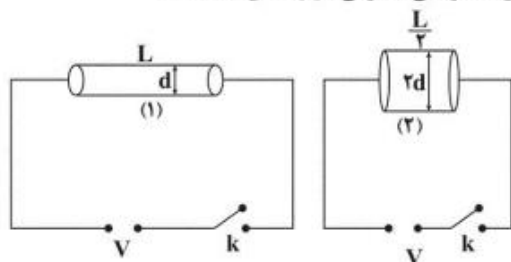
(۱) $2/5$

(۲) ۷

(۳) $5/5$

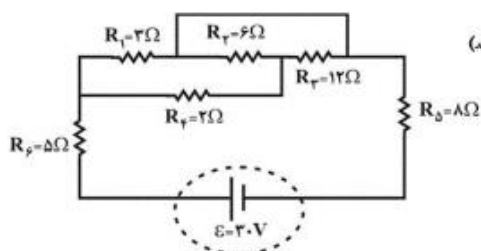
(۴) ۱۳

۲۵ در شکل زیر دو رسانای استوانه‌ای شکل هم جنس به اختلاف پتانسیل یکسان V متصل هستند. با وصل کلید k در هر دو مدار و در مدت معین، انرژی الکتریکی مصرفی در رسانای (۲) چند برابر انرژی الکتریکی مصرفی در رسانای (۱) است؟



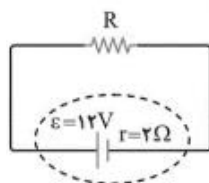
- (۱) ۸
(۲) $\frac{1}{8}$
(۳) ۴
(۴) $\frac{1}{4}$

۲۶ در مدار شکل مقابل، توان گرمایی مقاومت R_f چند وات است؟ (مقاومت داخلی مولد ناچیز است.)



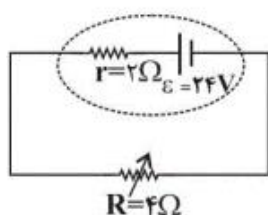
- (۱) ۸
(۲) ۲
(۳) $\frac{8}{9}$
(۴) ۱

۲۷ در مدار زیر، اگر توان تلف شده در مقاومت درونی مولد برابر ۸ وات باشد، مقاومت R چند اهم است؟



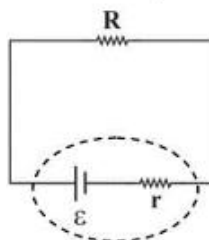
- (۱) ۲
(۲) ۴
(۳) ۶
(۴) ۸

۲۸ مقاومت خارجی مدار شکل زیر چند درصد تغییر کند تا توان خروجی مولد بدون تغییر باقی بماند؟



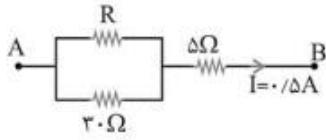
- (۱) ۲۵
(۲) ۵۰
(۳) ۷۵
(۴) ۱۰۰

۲۹ در مدار شکل زیر، اگر اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مولد، $\frac{3}{4}$ برابر نیروی محرکه مولد باشد، در این صورت $\frac{R}{r}$ کدام است؟



- (۱) ۳
(۲) $\frac{1}{3}$
(۳) ۲
(۴) $\frac{1}{2}$

۳۰. در شکل زیر، اگر اختلاف پتانسیل بین A و B برابر با $8/5$ ولت باشد، جریانی که از مقاومت 30 اهم می گذرد، چند آمپر است؟



- (۱) 0.2
 (۲) 0.3
 (۳) 0.4
 (۴) 0.5

پاسخنامه کلیدی



۱.۵	۲.۴	۱.۳	۱.۲	۲.۱
۱.۱۰	۴.۹	۱.۸	۲.۷	۴.۶
۳.۱۵	۳.۱۴	۲.۱۳	۲.۱۲	۳.۱۱
۲.۲۰	۲.۱۹	۲.۱۸	۲.۱۷	۴.۱۶
۱.۲۵	۲.۲۴	۲.۲۳	۲.۲۲	۱.۲۱
۱.۳۰	۱.۲۹	۳.۲۸	۲.۲۷	۳.۲۶

تست های تکمیلی مغناطیس و القای الکترومغناطیس



۱ سطح پیچهای به قطر ۸ cm شامل ۲۰۰ دور سیم، عمود بر خطهای میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۱۵۰۰ گاوس قرار دارد. در مدت زمان ۰/۴ ثانیه پیچه طوری می چرخد که سطح پیچه موازی با خطوط میدان مغناطیسی شود. اگر مقاومت پیچه ۲ اهم باشد، به ترتیب از راست به چپ، آهنگ تغییر شار مغناطیسی و اندازه جریان القایی متوسط عبوری از پیچه در SI کدام است؟ ($\pi = 3$)

$$(1) \quad 0/18, 0/36 \quad (2) \quad 1/18, 18 \times 10^{-4} \quad (3) \quad 1/18, 0/36 \quad (4) \quad 1/18, 18 \times 10^{-4}$$

۲ معادله جریان الکتریکی عبوری از سیملوله ای در SI به صورت $I = 4t + 2$ است. اگر تعداد حلقه ها در واحد طول این سیملوله در SI برابر با ۵ باشد، در چه لحظه ای بر حسب ثانیه بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله $T \times 10^{-5}$ می شود؟

$$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A})$$

$$(1) \quad 1 \quad (2) \quad 2 \quad (3) \quad 3 \quad (4) \quad 2/5$$

۳ اتم های ماده A دوقطبی مغناطیسی خالص ندارند و دوقطبی های مغناطیسی اتم های ماده B به صورت کاتوره ای سمت گیری کرده اند و دو قطبی های مغناطیسی اتم های ماده C در حوزه های مغناطیسی همسو هستند. سه ماده A، B و C به ترتیب از راست به چپ کدامند؟

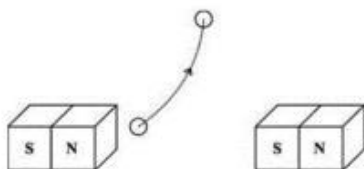
- (۱) پارامغناطیسی - دیامغناطیسی - فرومغناطیسی
(۲) دیامغناطیسی - پارامغناطیسی - فرومغناطیسی
(۳) دیامغناطیسی - فرومغناطیسی - پارامغناطیسی
(۴) فرومغناطیسی - دیامغناطیسی - پارامغناطیسی

۴ مطابق شکل زیر، دو آهنربا مقابل یکدیگر با فاصله اندکی قرار گرفته اند. میدان مغناطیسی در نقطه B که در فضای خالی بین دو آهنربا قرار دارد، ... است و جهت میدان مغناطیسی در نقطه A که درون آهنربا است، ... می باشد.



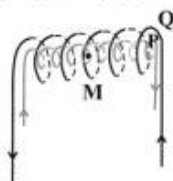
- (۱) صفر، به سمت راست
(۲) صفر، به سمت چپ
(۳) تقریباً یکنواخت، به سمت راست
(۴) تقریباً یکنواخت، به سمت چپ

۵ مطابق شکل زیر، یک عقربه مغناطیسی را در مسیر خط نشان داده شده جابه جا می کنیم. دو آهنربا مشابه هستند و خط نشان داده شده، در انتها بر عمود منصف خط وصل دو آهنربا مماس می شود. عقربه مغناطیسی چگونه منحرف می شود؟



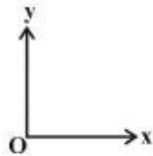
- (۱) ابتدا اندکی در جهت ساعتگرد منحرف می شود و سپس به حالت اولیه باز می گردد.
(۲) ابتدا اندکی در جهت پادساعتگرد منحرف می شود و سپس به حالت اولیه باز می گردد.
(۳) در جهت پادساعتگرد منحرف می شود و در انتها ۹۰ درجه از حالت اولیه منحرف می شود.
(۴) در این جابه جایی هیچگاه منحرف نمی شود.

۶ مطابق شکل زیر، دو سیملوله هم محور P و Q، طول برابر و تعداد دور متفاوت دارند، به طوری که تعداد دور سیملوله P برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیملوله Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان ۴A از سیملوله Q عبور کند، جریان چند آمپری از سیملوله P عبور کند تا برآیند میدان مغناطیسی دو سیملوله در نقطه M (روی محور دو سیملوله) صفر شود؟



$$(1) \quad \frac{3}{8} \quad (2) \quad \frac{8}{3} \quad (3) \quad \frac{1}{6} \quad (4) \quad 6$$

۷ ذره‌ای با بار الکتریکی $q > 0$ با سرعت v در جهت عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ در صفحه xOy حرکت می‌کند. اگر به‌طور ناگهانی فقط جهت بردار سرعت به اندازه $\frac{\pi}{3}$ رادیان در صفحه xOy تغییر کند، نیروی وارد از طرف میدان بر بار چه میزان تغییر می‌کند؟ (بردار میدان و سرعت در صفحه xOy قرار دارند).



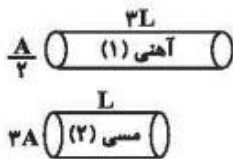
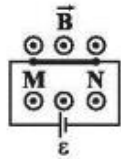
(۲) $0.5qvB$

(۱) $0.25qvB$

(۴) qvB

(۳) $0.75qvB$

۸ در مدار شکل زیر، هر بار یکی از سیم‌های مسی و آهنی را به جای سیم MN قرار می‌دهیم. اگر ولتاژ دو سر باتری مدار و بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ ثابت بماند، بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر سیم مسی چند برابر بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر سیم آهنی است؟ (مقاومت ویژه آهن، ۶ برابر مقاومت ویژه مس است).



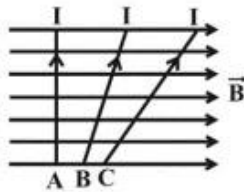
(۲) ۳۶

(۱) $\frac{1}{36}$

(۴) $\frac{1}{108}$

(۳) ۱۰۸

۹ اندازه نیروی وارد بر طول‌های مشخص شده از کدام یک از سیم‌های زیر که همگی حامل جریان‌های مساوی بوده و در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار گرفته‌اند، بیشینه است؟



(۱) A

(۲) B

(۳) C

(۴) اندازه نیروی وارد بر هر سه سیم یکسان است.

۱۰ در شکل زیر، میدان مغناطیسی به‌صورت افقی در جهت غرب به شرق است و مقدار آن ۵۰۰ گaus است. سیم افقی است و جریان $I = 25A$ در جهت شمال شرقی از آن عبور می‌کند. اگر $\ell = 80cm$ و زاویه بین سیم و میدان 37° باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر این قسمت از سیم، چند نیوتون و به کدام جهت است؟ ($\sin 37^\circ = 0.6$)



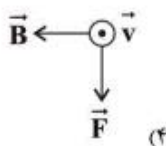
(۱) ۰/۸، قائم رو به پایین

(۲) ۰/۶، قائم رو به پایین

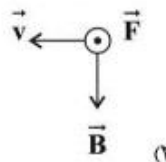
(۳) ۰/۸، قائم رو به بالا

(۴) ۰/۶، قائم رو به بالا

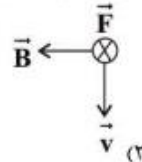
۱۱ کدام یک از گزینه‌های زیر جهت نیرو، میدان مغناطیسی و سرعت حرکت یک الکترون در میدان مغناطیسی را به درستی نشان می‌دهد؟



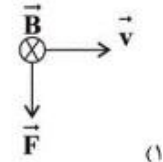
(۴)



(۳)



(۲)



(۱)

۱۲ ذره بارداری به جرم $2mg$ و بار الکتریکی $3/2 \mu C$ تحت زاویه 90° نسبت به یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $50mT$ حرکت می‌کند و نیروی مغناطیسی $1/6 \times 10^{-5} N$ به آن وارد می‌شود. انرژی جنبشی ذره چند میلی‌ژول است؟

(۴) ۴۰

(۳) ۳۰

(۲) ۲۰

(۱) ۱۰

۱۳ شار مغناطیسی عبوری از هر حلقه یک پیچه در SI به صورت $\Phi = 0.02 \cos(20\pi t)$ است. اگر پیچه دارای ۲۰۰ حلقه باشد، اندازه نیروی محرکه القایی

متوسط بین دو لحظه $t_1 = \frac{1}{3}s$ و $t_2 = \frac{1}{8}s$ تقریباً چند ولت است؟

(۴) ۶۶

(۳) ۲۲

(۲) ۱۸

(۱) ۱۴

۱۴ سیمولهای با 500 دور سیم و مقاومت $10\ \Omega$ و مساحت سطح مقطع 25cm^2 در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. برای این که جریانی به شدت 10^{-3}A در سیمولها القا شود، بزرگی آهنگ تغییر میدان مغناطیسی باید چند میلی‌تسلا بر ثانیه باشد؟ (سطح مقطع سیمولها بر میدان مغناطیسی عمود است)

- (۱) $0/8$ (۲) 8 (۳) 8×10^{-2} (۴) 8×10^{-3}

۱۵ ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -1\ \mu\text{C}$ با سرعت $\vec{v} = 50\vec{i} + 600\vec{j}$ (بر حسب $\frac{\text{m}}{\text{s}}$) وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = 0/2\vec{i}$ (بر حسب تسلا) می‌شود. بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر این ذره چند نیوتون است؟

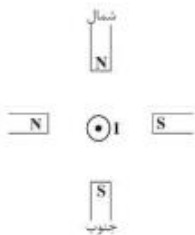
- (۱) $1/2 \times 10^{-3}$ (۲) $0/9 \times 10^{-3}$ (۳) $1/5 \times 10^{-3}$ (۴) $10/5 \times 10^{-3}$

۱۶ الکترونی با تندی ثابت $2/4 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی در حال حرکت است. اندازه نیرویی که از طرف

میدان مغناطیسی بر این الکترون وارد می‌شود، هنگامی بیشینه است که الکترون به سمت جنوب حرکت کند. اگر جهت این نیروی بیشینه رو به بالا و اندازه آن $9/6 \times 10^{-16}\text{N}$ باشد، اندازه میدان مغناطیسی بر حسب گاوس و جهت آن کدام است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19}\text{C}$)

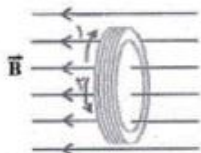
- (۱) $2/5 \times 10^{-2}$ ، از شرق به غرب (۲) $2/5 \times 10^{-2}$ ، از شرق به غرب
(۳) $2/5 \times 10^{-2}$ ، از غرب به شرق (۴) $2/5 \times 10^{-2}$ ، از غرب به شرق

۱۷ سیمی به طول یک متر در میدان مغناطیسی حاصل از ۴ آهنربا، مطابق شکل قرار دارد. جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم به کدام جهت است؟



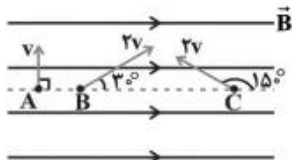
- (۱) شمال غربی
(۲) جنوب غربی
(۳) شمال شرقی
(۴) جنوب شرقی

۱۸ مطابق شکل مقابل، پیچ‌های مسطحی با ۱۰۰۰ دور حلقه عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0/02$ تسلا که سوی آن از راست به چپ است قرار دارد. اگر میدان مغناطیسی در مدت $0/018$ به $0/02$ تسلا در خلاف جهت اولیه برسد، بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در پیچ‌ها چند ولت و جهت جریان القایی کدام است؟ (سطح مقطع پیچ‌ها 5cm^2 است).



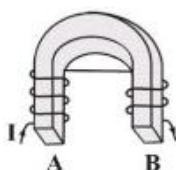
- (۱) 10 و در سوی جریان (۱)
(۲) 10 و در سوی جریان (۲)
(۳) 20 و در سوی جریان (۱)
(۴) 20 و در سوی جریان (۲)

۱۹ در شکل زیر ۳ ذره با بار یکسان و تندی متفاوت در میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت هستند. کدام گزینه مقایسه‌ی درستی بین اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر این ۳ ذره را نشان می‌دهد؟



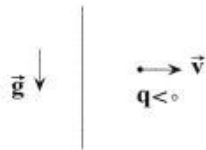
- (۱) $F_A > F_B = F_C$
(۲) $F_A < F_B = F_C$
(۳) $F_A < F_B < F_C$
(۴) $F_A = F_B = F_C$

۲۰ مطابق شکل زیر روی یک هسته U شکل، سیم‌پیچی شده است و از آن جریان I می‌گذرد. هر یک از دو انتهای A و B به ترتیب از راست به چپ



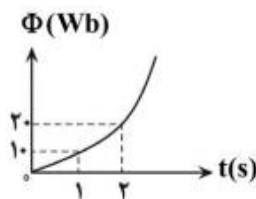
- قطب‌های و هستند.
(۱) S, S (۲) N, S
(۳) N, N (۴) S, N

۲۱ بار الکتریکی $q < 0$ در جهت نشان داده بدون انحراف در حال حرکت است. جهت جریان عبوری از سیم به سمت و بزرگی آن در حال است.



- (۱) پایین، افزایش
- (۲) بالا، کاهش
- (۳) پایین، کاهش
- (۴) بالا، افزایش

۲۲ نمودار شار عبوری از یک پیچۀ بسته با ۱۰ دور سیم و مقاومت 20Ω مطابق شکل زیر است. مقدار بار عبوری از یک مقطع مدار در اثر القای الکترومغناطیسی در مدار در ثانیه دوم برابر با چند میکروکولن است؟

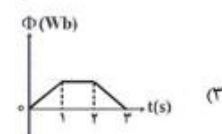
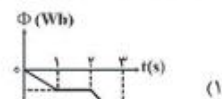
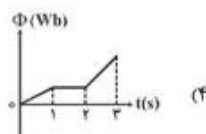
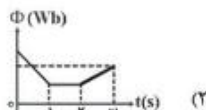
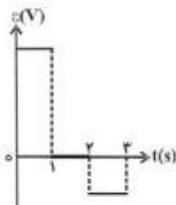


- (۱) ۵
- (۲) 5×10^6
- (۳) ۱
- (۴) 1×10^6

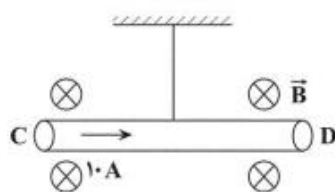
۲۳ با سیمی به طول L سیمولهای به قطر D می‌سازیم. اگر ضخامت سیم به کار رفته d باشد و حلقه‌ها بدون فاصله در کنار یکدیگر قرار گرفته باشند، در این صورت میدان مغناطیسی روی محور اصلی سیمولوه و به دور از لبه‌ها هنگامی که جریان I از آن می‌گذرد، کدام است؟ (N تعداد حلقه‌های سیمولوه می‌باشد).

- (۱) $\frac{\mu_0 I}{D}$
- (۲) $\frac{\mu_0 NI}{L}$
- (۳) $\frac{\mu_0 I}{d}$
- (۴) $\mu_0 \frac{LI}{Dd}$

۲۴ نمودار تغییرات نیرو محرکه‌ی القایی در یک حلقه بر حسب زمان، به صورت شکل زیر است. کدام یک از گزینه‌های زیر، می‌تواند نمودار تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از این حلقه بر حسب زمان باشد؟

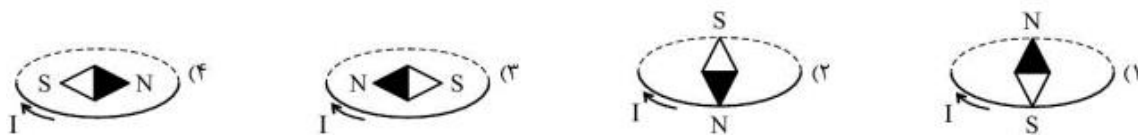


۲۵ مطابق شکل زیر، میله رسانای CD به طول 20cm به طور افقی در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی 0.2T از نخ سبکی آویخته شده و در حال تعادل قرار دارد و جریان الکتریکی 10A از C به D از آن می‌گذرد. اگر بدون تغییر در اندازه، جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}$ برعکس شود، اندازه نیروی کشش نخ



- (۱) تغییر نمی‌کند.
- (۲) 0.8N نیوتون افزایش می‌یابد.
- (۳) 0.4N نیوتون افزایش می‌یابد.
- (۴) 0.8N نیوتون کاهش می‌یابد.

۲۶ یک عقربه مغناطیسی در مرکز یک حلقه که از آن جریان I می‌گذرد، مطابق کدام شکل قرار می‌گیرد؟



۲۷ ذره‌ای باردار به جرم 1 mg با انرژی جنبشی 72 میکروژول به‌طور عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت وارد آن می‌شود. اگر اندازه نیروی مغناطیسی‌ای که در

این میدان به ذره باردار وارد می‌شود هم‌اندازه نیروی الکتریکی وارد بر این ذره در میدان الکتریکی $12 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ باشد، اندازه میدان مغناطیسی چند تسلا است؟

- (۱) $2/5 \times 10^{-2}$ (۲) $0/25$ (۳) $0/5$ (۴) 1

۲۸ سطح پیچهای مسطح شامل 1000 حلقه، عمود بر خطهای میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $0/5\text{ G}$ قرار دارد. اگر مساحت هر حلقه 30 cm^2 باشد و پیچه در

مدت زمان $0/05\text{ s}$ طوری بچرخد که سطح آن موازی با خطوط میدان مغناطیسی شود، اندازه نیروی محرکه القایی متوسط ایجاد شده در آن چند میلی‌ولت است؟

- (۱) 3×10^{-3} (۲) 5×10^{-3} (۳) 3 (۴) 5

۲۹ سیمی به طول L را به صورت پیچهای مسطح درآورده و سطح آن را به‌طور عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواختی قرار می‌دهیم. اگر بزرگی این

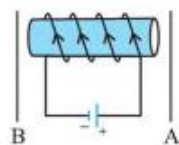
میدان با آهنگ ثابتی در حال افزایش باشد، برای آنکه بزرگی جریان القایی متوسط درون این پیچه دو برابر شود، تعداد دورهای این سیم بدون تغییر طول

سیم (L) باید چند برابر شود؟

- (۱) 2 (۲) 4

- (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) $\frac{1}{4}$

۳۰ در شکل زیر اگر دو سیم رسانا را عمود بر صفحه کاغذ و رو به بیرون به موازات یکدیگر حرکت دهیم، جهت جریان القایی در



دو سیم A و B به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

- (۱) $\uparrow$ و $\uparrow$
(۲) $\downarrow$ و $\downarrow$
(۳) $\uparrow$ و $\downarrow$
(۴) $\downarrow$ و $\uparrow$

پاسخنامه کلیدی



۲۰۵	۴۰۴	۲۰۳	۲۰۲	۲۰۱
۲۰۱۰	۴۰۹	۲۰۸	۲۰۷	۴۰۶
۱۰۱۵	۲۰۱۴	۳۰۱۳	۱۰۱۲	۱۰۱۱
۳۰۲۰	۴۰۱۹	۳۰۱۸	۳۰۱۷	۱۰۱۶
۲۰۲۵	۲۰۲۴	۳۰۲۳	۲۰۲۲	۱۰۲۱
۲۰۳۰	۳۰۲۹	۳۰۲۸	۴۰۲۷	۲۰۲۶