کدکنترل

222

A

جمعه

۱۴۰۳/۰۱/۰۳

دوپینگ ماز کنکور ۱۴۰۳

گروه آموزشی ماز

دورهٔ جمع‌بندی دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم تجربی

دفترچهٔ پاسخ فیزیک

(فصل ۲ و ۳ یازدهم)

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
فیزیک	سجاد صادقی‌زاده سعید احمدی	سجاد صادقی‌زاده مهدی پارسا سعید احمدی	محمدجواد سورچی پویا هدایتی

حق چاپ و تکثیر سوالات به هر روش(الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سوالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

AzmonVIP

اهمیت مباحث این آزمون در کنکور...

رسیدیم به فصل خیلی مهم جریان الکتریکی از فیزیک یازدهم و همچنین مباحث مربوط به «مغناطیس» و «القای الکترومغناطیسی» که در یک فصل از کتاب درسی قرار گرفته. کلی تست خوب که منتظرمونه! بچه‌ها با توجه به روند سؤالات کنکور توی چند سال گذشته، تصمیم گرفتیم بیش‌تر تمرکزمون رو توی سؤالات این فصل روی حل مدار و سؤالات متنوع مربوط به اونا بذاریم.

فصل ۲ فیزیک یازدهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

این فصل قسمت‌های مهم زیادی داره که معمولاً همهٔ اونا به‌صورت ترکیبی توی حل مدارها به‌کار میرن و به همین خاطر شاید لیست کردن مباحث این فصل خیلی کار درستی نباشه! ولی به هر حال می‌تونیم مباحث رو مطابق نمودار زیر درنظر بگیریم.

مباحث اصلی فصل جریان الکتریکی

- مفهوم جریان الکتریکی
- مقاومت، قانون اهم و عوامل مؤثر بر مقاومت
- به‌هم بستن مقاومت‌ها و مقاومت معادل
- باتری و روابط مربوط به آن
- مدار تک‌حلقه با یک باتری
- تکنیک‌های حل مدار مثل تقسیم جریان، ولتاژ و توان
- توان الکتریکی

البته باز تأکید می‌کنم که مباحث این فصل درهم تنیده هستند و تقسیم‌بندی بالا چندان مهم نیست.

۲- چرا این فصل مهمه؟

بچه‌ها این فصل از اون فصلای سخت فیزیکه که تعداد زیادی از دانش‌آموزا نمی‌تونن سؤالاتش رو جواب بدن و از طرفی تعداد سؤالاتش هم در کنکور قابلِ‌توجهه، پس هر کدومتون که بتونه سؤالات این فصل رو حل کنه، یه قدم از بقیهٔ رقیباش جلوتره!

۳- توی کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

توی جدول زیر، تعداد سؤالاتی که از این فصل توی کنکور اومده رو براتون آوردیم.

سال / رشته	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)
تجربی	۴	۴	۴	۳	۳
ریاضی	۴	۴	۴	۳	۳

www.biomaze.ir

AzmonVIP

فصل ۳ فیزیک یازدهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

توی نمودارهای زیر سرفصل‌های مهم این مبحث رو براتون آوردیم:

مغناطیس
- میدان مغناطیسی حاصل از سیم راست، پیچه و سیملوله
- نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی و سیم حامل جریان
- مفاهیم حفظی مثل ویژگی‌های مغناطیسی مواد

القای الکترومغناطیسی
- شار مغناطیسی
- قوانین القای فاراده و لنز
- القاگرها و انرژی آن‌ها
- جریان متناوب

توی این آزمون سعی کردیم از همهٔ سرفصل‌های بالا، تست‌های متنوعی رو براتون آماده کنیم.

۲- چرا این فصل مهمه؟

جواب دادن به سؤالای کنکور از این مباحث خیلی کار سختی نیست، چون تست‌های اونا معمولاً تیپ‌های تکراری و مشخصی داره که توی کنکورهای اخیر همیشه داره تکرار می‌شه و ما هم سعی کردیم توی آزمون‌هامون بیش‌تر این تیپ سؤالات رو براتون پوشش بدیم. پس یادتون باشه اگه سؤالای کنکور چند سال اخیر و سؤالای دوپینگ رو خوب بررسی کنین، شانس خیلی خوبی برای جواب دادن به تست‌های این فصل دارین!

۳- توی کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

قبل از این‌که بریم سراغ سؤالای آزمون خودمون، می‌تونین توی جدول زیر تعداد تست‌هایی که از «مغناطیس» و «القای الکترومغناطیسی» در کنکورهای اخیر اومده رو ببینین!

سال / رشته	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)
تجربی	۲	۲	۳	۳	۳
ریاضی	۴	۵	۴	۴	۴

www.biomaze.ir

AzmonVIP

۱- چه تعداد از عبارت‌های زیر صحیح است؟

الف: اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک سیم فلزی صفر باشد، شارش بار خالصی از هر مقطع سیم نخواهیم داشت.

ب: در سیم فلزی که اختلاف پتانسیل دو سر آن صفر است، الکترون‌ها با تندی از مرتبهٔ $۰/۱\frac{mm}{s}$ در جهت کاتوره‌ای حرکت می‌کنند.

پ: اگر دو سر یک سیم فلزی را به یک باتری وصل کنیم، در آن میدان الکتریکی به‌وجود می‌آید که باعث ایجاد جریان الکتریکی در خلاف جهت میدان می‌شود.

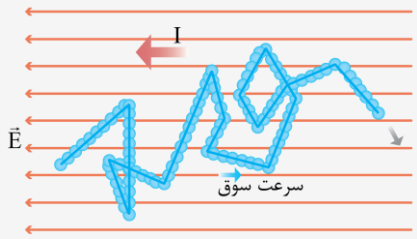
ت: هر آمپر-ساعت معادل $۳/۶\times۱۰^{۵}$ کولن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی / خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۱۰۲)

جریان الکتریکی

شکل مقابل حرکت الکترون‌ها را درون یک رسانای فلزی در حضور میدان الکتریکی نشان می‌دهد.



در مورد این شکل به نکات زیر توجه کنید:

۱- در غیاب میدان الکتریکی، الکترون‌ها به‌صورت کاتوره‌ای و تصادفی در همهٔ جهت‌ها حرکت می‌کنند و بار الکتریکی به‌طور خالص منتقل نمی‌شود؛ بنابراین جریان الکتریکی درون رسانا ایجاد نمی‌شود.

۲- در حضور میدان الکتریکی، الکترون‌ها با سرعتی متوسط موسوم به سرعت سوق در خلاف جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کنند. علت این حرکت آن است که میدان الکتریکی نیرویی در خلاف جهت میدان به الکترون‌ها وارد می‌کند.

۳- به‌دلیل حرکت الکترون‌ها با سرعت سوق در خلاف جهت میدان، بار الکتریکی منفی به‌طور خالص در خلاف جهت میدان الکتریکی به حرکت درمی‌آید؛ بنابراین جریان الکتریکی در جهت میدان الکتریکی در رسانا ایجاد می‌شود. دقت کنید که طبق قرارداد، جهت جریان الکتریکی هم‌جهت با حرکت بارهای مثبت یا به عبارت دیگر در خلاف جهت حرکت بارهای منفی است.

۴- میدان الکتریکی و جریان الکتریکی هم‌جهت هستند، درحالی‌که جهت سرعت سوق الکترون‌ها در خلاف جهت آن‌هاست.

۵- سرعت سوق الکترون‌ها بسیار کم و از مرتبهٔ $۱۰^{-۴}\frac{m}{s}$ است، درصورتی‌که سرعت حرکت کاتوره‌ای آن‌ها بسیار زیاد و از مرتبهٔ $۱۰^{۶}\frac{m}{s}$ است.

۶- آهنگ شارش بار الکتریکی در یک سیم معادل با جریان الکتریکی گذرنده از آن سیم است.

$$I_{av}=\frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Δq: بار الکتریکی شارش‌شده با یکای کولن

Δt: مدت‌زمان عبور بار الکتریکی با یکای ثانیه

I_{av}: جریان الکتریکی متوسط با یکای آمپر

۷- یکای جریان الکتریکی برابر آمپر (A) است که معادل با $\frac{\text{کولن}}{\text{ثانیه}}$ می‌باشد. دقت کنید که آمپر یکی از هفت یکای اصلی SI می‌باشد.

۸- طبق رابطهٔ $\Delta q=I_{av}\Delta t$، علاوه‌بر کولن، می‌توان یکای (آمپر-ساعت) را هم برای بار الکتریکی استفاده کرد. هر (آمپر-ساعت) معادل با ۳۶۰۰ کولن است.

۹- در سؤالاتی که تعداد الکترون‌های عبوری از مقطع رسانا را در مدت‌زمان Δt می‌خواهیم، می‌توان به‌صورت زیر عمل کرد:

$$\begin{cases} I_{av}=\frac{\Delta q}{\Delta t} \\ \Delta q=ne \end{cases} \rightarrow I_{av}=\frac{ne}{\Delta t}\rightarrow n=\frac{I_{av}\Delta t}{e}$$

پاسخ تشریحی:

بررسی موارد:

الف: اگر اختلاف پتانسیل دو سر یک سیم صفر باشد، جریانی در آن به‌وجود نمی‌آید. (✓)

ب: سرعت حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها بسیار زیاد و از مرتبهٔ $۱۰^{۶}\frac{m}{s}$ است. (✗)

پ: جریان الکتریکی در جهت میدان الکتریکی ایجاد می‌شود. (✗)

ت: هر آمپر-ساعت معادل ۳۶۰۰C است. (✗)

۲- دو سر یک سیم آهنی به مقاومت 2Ω را به اختلاف پتانسیل $16V$ وصل کرده‌ایم. در هر ثانیه ..... الکترون به‌طور خالص از هر مقطع سیم عبور می‌کند و اگر دمای سیم افزایش یابد، تعداد این الکترون‌ها ..... می‌یابد. $(e=1/6\times10^{-19}C)$

۱) 5×10^{19}، کاهش ۲) 5×10^{19}، افزایش ۳) 10^{20}، کاهش ۴) 10^{20}، افزایش

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

قانون اهم

۱- مطابق قانون اهم، رابطهٔ ولتاژ و جریان برای یک مقاومت الکتریکی به‌صورت زیر است:

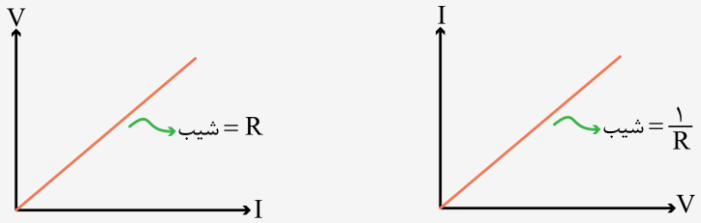
$$V = RI$$

V: اختلاف پتانسیل با یکای ولت

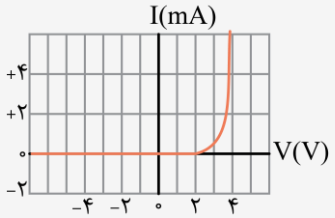
I: جریان الکتریکی با یکای آمپر

R: مقاومت الکتریکی با یکای اهم

۲- مطابق قانون اهم، نمودار تغییرات ولتاژ یک مقاومت برحسب جریان الکتریکی آن و نمودار جریان الکتریکی برحسب ولتاژ، مطابق شکل زیر به‌صورت یک خط صعودی است.



۳- مقاومت‌های الکتریکی به دو دستهٔ اهمی و غیراهمی تقسیم می‌شوند. مقاومت‌های اهمی از قانون اهم پیروی می‌کنند که در نکتهٔ قبل با آن‌ها آشنا شدیم. برخلاف مقاومت‌های اهمی که ولتاژ و جریان باهم رابطهٔ مستقیم و خطی دارند، ولتاژ و جریان مقاومت‌های غیراهمی دارای رابطهٔ غیرخطی هستند، مثلاً شکل زیر نمودار جریان-ولتاژ برای یک دیود نورگسیل (LED) را نشان می‌دهد که یک مقاومت غیراهمی می‌باشد.



دقت کنید که در دمای ثابت نسبت ولتاژ به جریان $(\frac{V}{I})$ در مقاومت‌های اهمی همواره ثابت است، درحالی‌که این نسبت در مقاومت‌های غیراهمی متغیر می‌باشد.

پاسخ تشریحی:

گام اول:

جریان الکتریکی گذرنده از مقاومت برابر است با:

$$I=\frac{V}{R}\rightarrow I=\frac{16}{2}=8A$$

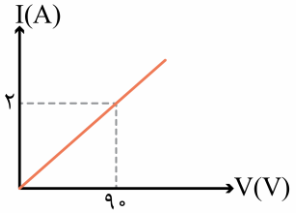
گام آخر:

تعداد الکترون‌هایی که در هر ثانیه از هر مقطع سیم می‌گذرند برابر است با:

$$\begin{cases}\Delta q = I\Delta t\\ \Delta q = ne\end{cases}\rightarrow ne=I\Delta t\rightarrow n=\frac{I\Delta t}{e}\rightarrow n=\frac{8\times1}{1/6\times10^{-19}}=5\times10^{19}$$

دقت کنید که با افزایش دمای مقاومت فلزی، مقدار مقاومت آن نیز افزایش می‌یابد؛ بنابراین جریان الکتریکی و تعداد الکترون‌ها کاهش می‌یابند.

۳- نمودار جریان عبوری از یک سیم فلزی برحسب ولتاژ دو سر آن، مطابق شکل زیر است. اگر جرم سیم فلزی ۱۱/۴g و طول سیم ۱۵m باشد، چگالی این سیم چند گرم بر سانتی‌متر مکعب است؟ (مقاومت ویژهٔ فلز برابر $۳/۸\times۱۰^{-۷}\Omega.m$ و دما ثابت است.)



۱) ۶
۲) ۱۸
۳) ۱۲
۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۱۰۲)

مقاومت الکتریکی

۱- مقدار مقاومت الکتریکی یک سیم به ویژگی‌های ساختمانی و دمای آن وابسته است و ربطی به ولتاژ و جریان آن ندارد. مقدار مقاومت یک سیم برحسب ویژگی‌های ساختمانی آن را می‌توانیم از رابطهٔ زیر به‌دست آوریم:

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

R: مقدار مقاومت الکتریکی با یکای اهم

ρ: مقاومت ویژه با یکای (اهم×متر)

L: طول سیم با یکای متر

A: سطح مقطع سیم با یکای مترمربع

۲- با توجه به رابطهٔ $R=\rho\frac{L}{A}$، برای مقایسهٔ مقاومت الکتریکی دو سیم به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$R=\rho\frac{L}{A}\rightarrow\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{\rho_۲}{\rho_۱}\times\frac{L_۲}{L_۱}\times\frac{A_۱}{A_۲}\xrightarrow[d\rightarrow\text{قطر مقطع}]{A\propto d^۲}\frac{R_۲}{R_۱}=\frac{\rho_۲}{\rho_۱}\times\frac{L_۲}{L_۱}\times(\frac{d_۱}{d_۲})^۲$$

۳- گاهی در سؤالات مربوط به محاسبهٔ مقاومت، از جرم و چگالی سیم هم استفاده می‌شود. برای حل این سؤالات می‌توانیم به‌صورت زیر عمل کنیم. دقت کنید که چگالی را با ρ' نشان داده‌ایم تا با مقاومت ویژه اشتباه نشود.

$$\text{چگالی}:\rho'=\frac{m}{V}=\frac{m}{AL}\rightarrow A=\frac{m}{\rho' L}$$

$$R=\rho\frac{L}{A}\xrightarrow{A=\frac{m}{\rho' L}}R=\rho\rho'\frac{L^۲}{m}$$

البته می‌توانیم رابطهٔ فوق را حفظ نکنیم و فقط از مراحل به‌دست آوردن این رابطه در حل سؤال استفاده کنیم. به مثال زیر توجه کنید.

مثال:

با ۲۰۰ گرم آهن، سیمی استوانه‌ای و توپر به طول ۱۰ متر ساخته‌ایم. مقاومت این سیم چند اهم است؟ (مقاومت ویژه و چگالی آهن به‌ترتیب $۱۰^{-۷}$ و ۸۰۰۰ واحد SI است.)

پاسخ:

این سؤال را با دو روش حل می‌کنیم.

الف: اگر رابطهٔ مقاومت و جرم را حفظ باشیم:

$$R=\rho\rho'\frac{L^۲}{m}=۱۰^{-۷}\times۸۰۰۰\times\frac{۱۰^۲}{۰/۲}=۰/۴\Omega$$

ب: اگر رابطه را حفظ نباشیم:

در این صورت ابتدا سطح مقطع سیم را محاسبه می‌کنیم و سپس با کمک آن مقاومت سیم را به‌دست می‌آوریم.

$$\rho'=\frac{m}{V}=\frac{m}{AL}\rightarrow۸۰۰۰=\frac{۰/۲}{A\times۱۰}\rightarrow A=۲/۵\times۱۰^{-۶}m^۲$$

$$R=\rho\frac{L}{A}=۱۰^{-۷}\times\frac{۱۰}{۲/۵\times۱۰^{-۶}}=۰/۴\Omega$$

www.biomaze.ir

AzmonVIP

پاسخ تشریحی:

گام اول:

محاسبهٔ مقاومت الکتریکی (R) سیم فلزی به کمک نمودار:

برای یک رسانای اهمی، شیب نمودار جریان عبوری از رسانا برحسب ولتاژ دو سر آن ثابت و برابر با عکس مقاومت الکتریکی رسانا است، پس با توجه به نمودار داده‌شده، می‌توان نوشت:

$$\frac{۱}{R}=\frac{I}{V}\xrightarrow[V=۹۰V]{I=۲A}\frac{۱}{R}=\frac{۲}{۹۰}\rightarrow R=\frac{۹۰}{۲}=۴۵\rightarrow R=۴۵\Omega$$

گام دوم:

محاسبهٔ سطح مقطع سیم فلزی:

$$R=\frac{\rho L}{A}\xrightarrow[L=۱۵m\ ,\ R=۴۵\Omega]{\rho=۳/۸\times۱۰^{-۷}\Omega.m=۳۸\times۱۰^{-۸}\Omega.m}۴۵=\frac{۳۸\times۱۰^{-۸}\times۱۵}{A}\rightarrow A=\frac{۳۸\times۱۰^{-۸}\times\cancel{۱۵}}{\cancel{۴۵}\ ۳}\rightarrow A=\frac{۳۸\times۱۰^{-۸}}{۳}m^{۲}$$

گام سوم:

محاسبهٔ حجم سیم فلزی:

$$V=AL\xrightarrow[L=۱۵m]{A=\frac{۳۸\times۱۰^{-۸}}{۳}m^{۲}}V=\frac{۳۸\times۱۰^{-۸}}{\cancel{۳}}\times\cancel{۱۵}^{\ ۵}\rightarrow V=۳۸\times۱۰^{-۸}\times۵m^{۳}$$

گام آخر:

محاسبهٔ چگالی سیم فلزی:

$$\rho=\frac{m}{V}\xrightarrow[V=۳۸\times۱۰^{-۸}\times۵m^{۳}]{m=۱۱/۴g=۱۱۴\times۱۰^{-۴}kg}\rho=\frac{\cancel{۱۱۴}^{\ ۳}\times۱۰^{-۴}}{\cancel{۳۸}\times۱۰^{-۸}\times۵}\rightarrow\rho=\frac{۳\times۱۰^{۴}}{۵}=۶\times۱۰^{۳}\frac{kg}{m^{۳}}$$

برای تبدیل چگالی برحسب $\frac{kg}{m^{۳}}$ به چگالی برحسب $\frac{g}{cm^{۳}}$، عدد به‌دست‌آمده را تقسیم بر $۱۰^{۳}$ می‌کنیم:

$$\rho=\frac{۶\times۱۰^{۳}}{۱۰^{۳}}=۶\frac{g}{cm^{۳}}$$

روش سریع‌تر ...

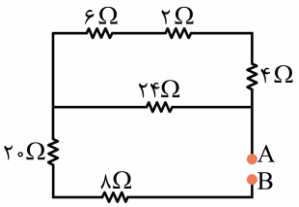
با استفاده از رابطهٔ $R=\rho\rho'\frac{L^{۲}}{m}$ می‌توان نوشت:

$$R=\rho\rho'\frac{L^{۲}}{m}\rightarrow۴۵=۳/۸\times۱۰^{-۷}\times\rho'\times\frac{۱۵^{۲}}{۱۱/۴\times۱۰^{-۳}}$$

$$\rightarrow۴۵=\rho'\times\frac{۲۲۵\times۱۰^{-۷}}{۳\times۱۰^{-۳}}\rightarrow\rho'=۶۰۰۰\frac{kg}{m^{۳}}=۶\frac{g}{cm^{۳}}$$

گروه آموزشی ماز

۴- اگر یک باتری با نیروی محرکهٔ ۸۰ ولت و مقاومت درونی ۴Ω و ظرفیت ۱۰۰ آمپر-ساعت را بین نقاط A و B ببندیم، پس از چند ساعت، باتری به‌طور کامل تخلیه می‌شود؟



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۲۵
۴) ۵۰

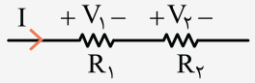
www.biomaze.ir

AzmonVIP

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

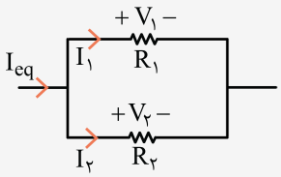
مقاومت معادل

۱- هنگامی‌که دو مقاومت بدون هیچ انشعابی با یک سیم به‌هم بسته شده باشند، به اتصال آن‌ها سری یا متوالی می‌گوییم. در مقاومت‌های متوالی روابط زیر برقرار است.



$$R_{eq} = R_۱ + R_۲$$
$$I_{eq} = I_۱ = I_۲$$
$$V_{eq} = V_۱ + V_۲$$

۲- هنگامی‌که دو سر دو مقاومت با سیم رسانا به‌هم متصل باشد، این دو مقاومت به‌صورت موازی به‌هم متصل شده‌اند. در مقاومت‌های موازی روابط زیر برقرار است.

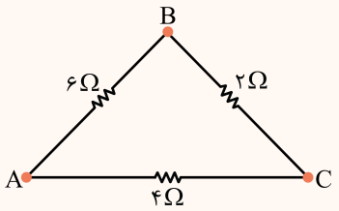


$$\frac{۱}{R_{eq}} = \frac{۱}{R_۱} + \frac{۱}{R_۲} \rightarrow R_{eq} = \frac{R_۱R_۲}{R_۱ + R_۲}$$
$$I_{eq} = I_۱ + I_۲$$
$$V_{eq} = V_۱ = V_۲$$

۳- مقاومت معادل بین دو نقطهٔ A و B به این معنی است که یک سیم به نقطهٔ A وارد شده است و یک سیم از نقطهٔ B خارج شده است. به مثال زیر توجه کنید.

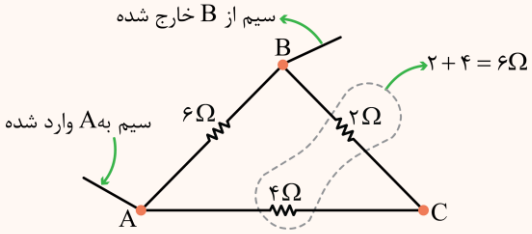
مثال:

در شکل مقابل مقاومت معادل بین نقاط A و B و مقاومت معادل بین نقاط A و C را محاسبه کنید.



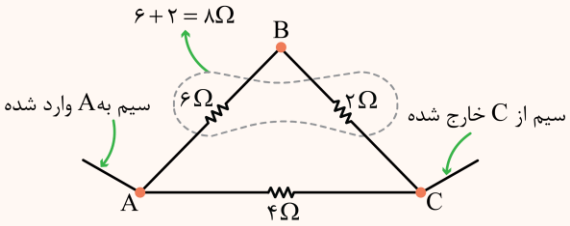
پاسخ:

حالت اول: ابتدا مقاومت معادل بین نقاط A و B را محاسبه می‌کنیم. در این حالت مقاومت‌های ۲Ω و ۴Ω باهم متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت ۶Ω موازی است؛ بنابراین داریم:



$$R_{AB} = \frac{۶\times۶}{۶+۶} = \frac{۳۶}{۱۲} = ۳\Omega$$

حالت دوم: مقاومت معادل بین نقاط A و C را محاسبه می‌کنیم. در این حالت مقاومت‌های ۲Ω و ۶Ω متوالی هستند و حاصل آن‌ها با مقاومت ۴Ω موازی است.



$$R_{AC} = \frac{۸\times۴}{۸+۴} = \frac{۳۲}{۱۲} = \frac{۸}{۳}\Omega$$

مثال:

در مثال قبل، اگر یک باتری آرمانی ۲۴ ولتی را یک بار بین A و B و بار دیگر بین A و C ببندیم، جریان خروجی از آن در هر حالت چند آمپر می‌شود؟

پاسخ:

اگر باتری بین A و B بسته شود، مقاومت ۳Ω است و داریم:

$$I_۱ = \frac{\varepsilon}{R_{AB} + r} = \frac{۲۴}{۳+۰} = ۸A$$

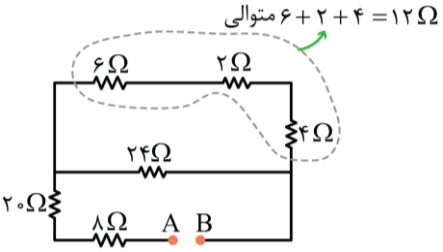
اگر باتری بین A و C بسته شود، مقاومت $\frac{۸}{۳}\Omega$ است و داریم:

$$I_۲ = \frac{\varepsilon}{R_{AC} + r} = \frac{۲۴}{\frac{۸}{۳}+۰} = ۹A$$

پاسخ تشریحی:

گام اول:

ابتدا مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم:



در مدار بالا مقاومت‌های ۶Ω، ۲Ω و ۴Ω باهم متوالی بوده و حاصل آن‌ها که برابر ۱۲Ω است با مقاومت ۲۴Ω موازی است؛ بنابراین مقاومت معادل برابر است با:

$$R_{eq} = ۸ + ۲۰ + \underbrace{\frac{۱۲ \times ۲۴}{۱۲ + ۲۴}}_{\text{حاصل مقاومت‌های موازی ۱۲ و ۲۴ اهمی}} \rightarrow R_{eq} = ۳۶\Omega$$

گام دوم:

جریان خروجی از باتری برابر است با:

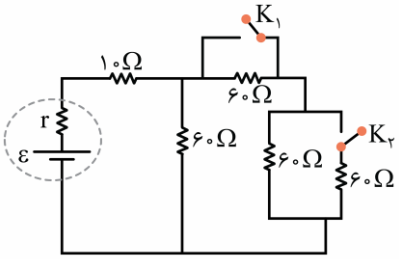
$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{۸۰}{۴ + ۳۶} = ۲A$$

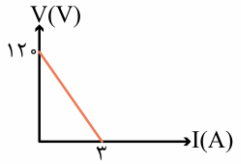
گام آخر:

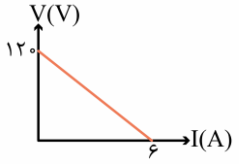
ظرفیت باتری ۱۰۰A.h است، یعنی اگر از آن جریان ۲A بگیریم، به مدت $\frac{۱۰۰}{۲} = ۵۰h$ کار خواهد کرد تا به‌طور کامل تخلیه شود.

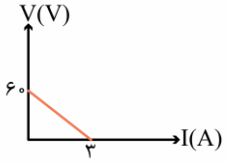
گروه آموزشی ماز

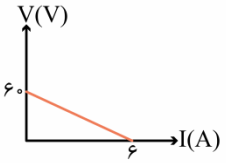
۵- در مدار زیر، اگر فقط کلید $K_۱$ بسته شود، جریان خروجی از باتری ۲۰ درصد افزایش می‌یابد و اگر هر دو کلید بسته شوند، جریان خروجی از باتری ۰/۵A نسبت به حالت اولیه افزایش می‌یابد. نمودار ولتاژ-جریان این باتری در کدام گزینه به‌درستی آمده است؟



۱)


۲)


۳)


۴)


پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

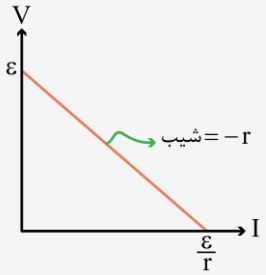
ولتاژ باتری

۱- معادلهٔ ولتاژ-جریان یک باتری (مولد) به‌صورت زیر است:

$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI$$

در رابطهٔ فوق، ε برابر نیروی محرکهٔ باتری و r برابر مقاومت درونی آن است.

۲- مطابق رابطهٔ $V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI$ ، نمودار ولتاژ-جریان یک باتری (مولد) مطابق شکل زیر است.



www.biomaze.ir
AzmonVIP

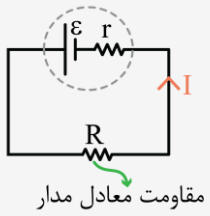
۳- در مورد نمودار ولتاژ-جریان باتری به نکات زیر توجه کنید:

الف: بیشینهٔ ولتاژ باتری (مولد) برابر نیروی محرکهٔ آن است.

ب: اندازهٔ شیب نمودار برابر مقاومت درونی باتری است.

پ: عرض از مبدأ نمودار برابر ε و طول از مبدأ آن برابر $\frac{\varepsilon}{r}$ است.

ت: بیشینهٔ جریان خروجی از باتری برابر $\frac{\varepsilon}{r}$ است که به آن، جریان اتصال کوتاه باتری می‌گوییم.



۴- همان‌طور که یاد گرفتیم، می‌توان مقاومت‌های مدار را ساده کرد و همهٔ آن‌ها را به یک مقاومت معادل تبدیل کرد؛ بنابراین در مدارهایی که دارای یک باتری هستند، همواره می‌توانیم مدار را به شکل مقابل ساده کنیم.

این مدار یک مدار سادهٔ تک‌حلقه است.

در مورد مدار تک‌حلقه به نکات زیر توجه کنید:

الف: جریان خروجی از باتری برابر است با:

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

ب: افت پتانسیل در باتری برابر است با:

$$\text{افت پتانسیل در باتری}: rI=r\times\frac{\varepsilon}{r+R}=\frac{\varepsilon r}{r+R}$$

پ: ولتاژ دو سر باتری برابر است با:

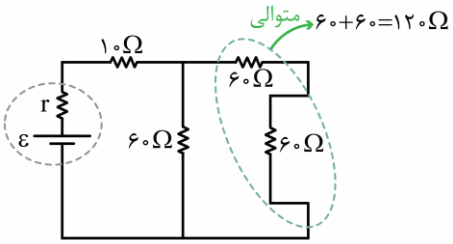
$$V_{\text{باتری}}=\varepsilon-rI=\varepsilon-r\times\frac{\varepsilon}{r+R}=\frac{\varepsilon R}{r+R}$$

ت: ولتاژ دو سر باتری با ولتاژ دو سر مقاومت معادل R برابر است و ولتاژ هر دو برابر $\frac{\varepsilon R}{r+R}$ می‌باشد.

پاسخ تشریحی:

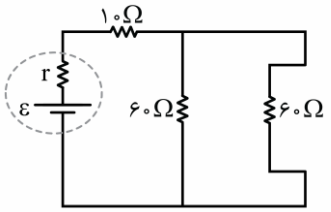
ابتدا مقاومت معادل مدار را در سه حالت زیر به‌دست می‌آوریم:

۱- هر دو کلید باز باشند:



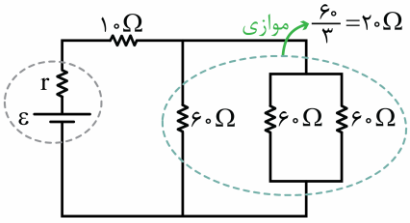
$$R_{eq}=10+\frac{60\times120}{60+120}=10+40=50\Omega$$

۲- فقط کلید K_1 بسته باشد: در این حالت مقاومت ۶۰Ω در بالای مدار اتصال کوتاه می‌شود.



$$R'_{eq}=10+\frac{60}{2}=10+30=40\Omega$$

۳- هر دو کلید بسته باشند:



$$R''_{eq}=10+20=30\Omega$$

www.biomaze.ir

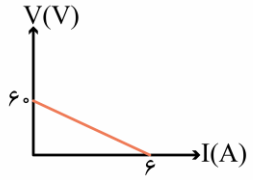
طبق صورت سؤال، در حالت دوم، جریان ۲۰ درصد بیش‌تر از حالت اول است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} I' = \dfrac{\varepsilon}{r + R'_{eq}} \\ I = \dfrac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \end{cases} \rightarrow \frac{I'}{I} = \frac{r + R_{eq}}{r + R'_{eq}} \rightarrow \frac{۱۲۰}{۱۰۰} = \frac{r + ۵۰}{r + ۴۰} \rightarrow r = ۱۰\Omega$$

در حالت سوم، جریان ۰/۵A بیش‌تر از حالت اول است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

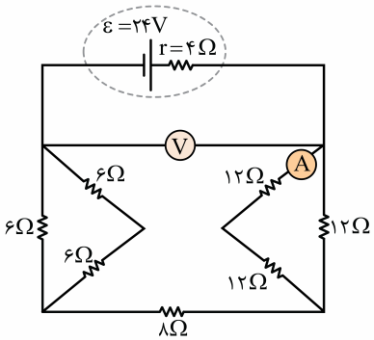
$$I'' - I = ۰/۵A \rightarrow \frac{\varepsilon}{r + R''_{eq}} - \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = ۰/۵ \rightarrow \frac{\varepsilon}{۱۰ + ۳۰} - \frac{\varepsilon}{۱۰ + ۵۰} = ۰/۵ \rightarrow \frac{\varepsilon}{۴۰} - \frac{\varepsilon}{۶۰} = ۰/۵ \rightarrow \frac{\varepsilon}{۱۲۰} = ۰/۵ \rightarrow \varepsilon = ۶۰V$$

بنابراین نیروی محرکهٔ باتری ۶۰V و مقاومت درونی آن ۱۰Ω است، پس نمودار ولتاژ-جریان آن خطی با عرض از مبدأ ۶۰V و شیب ۱۰- می‌باشد.



گروه آموزشی ماز

۶- در مدار زیر، آمپرسنج آرمانی و ولت‌سنج آرمانی به‌ترتیب از راست به چپ چه مقادیری را اندازه می‌گیرند؟



۱) $۲۰V$ ، $\frac{۱}{۳}A$

۲) $۲۲V$ ، $\frac{۱}{۳}A$

۳) $۲۰V$ ، $\frac{۲}{۳}A$

۴) $۲۲V$ ، $\frac{۲}{۳}A$

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

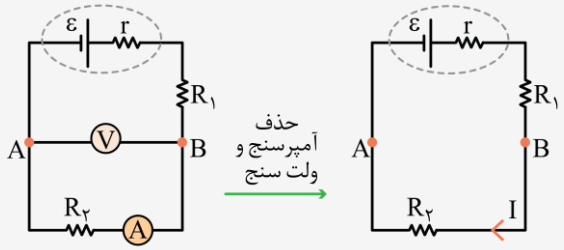
ولت‌سنج ایده‌آل و آمپرسنج ایده‌آل

در سؤالاتی که عدد آمپرسنج یا ولت‌سنج آرمانی پرسیده می‌شود، برای راحتی می‌توانیم به‌صورت زیر عمل کنیم:

۱- آمپرسنج را از مدار حذف کرده و به‌جای آن سیم قرار می‌دهیم.

۲- ولت‌سنج را از مدار حذف کرده و سیم‌های شاخهٔ آن را پاک می‌کنیم.

به‌عنوان مثال مدار مقابل را به‌صورت نشان‌داده‌شده ساده می‌کنیم:



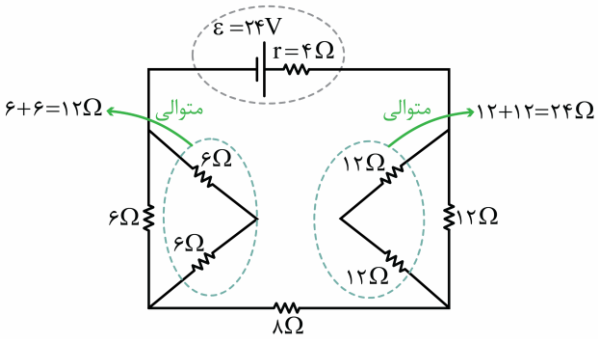
پس از حذف آمپرسنج و ولت‌سنج می‌توانیم مدار ساده‌شده را به‌راحتی حل کنیم. در این صورت جریان I همان عدد آمپرسنج است و اختلاف پتانسیل بین نقاط A و B (دو سر ولت‌سنج) برابر عدد ولت‌سنج می‌باشد. برای محاسبهٔ اختلاف پتانسیل نقاط می‌توان از تکنیک پتانسیل‌نویسی استفاده کرد.

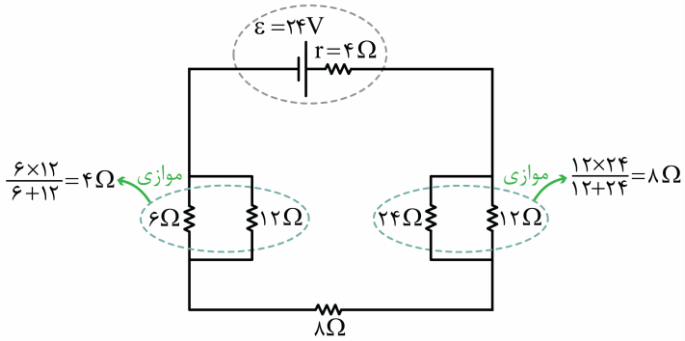
www.biomaze.ir
AzmonVIP

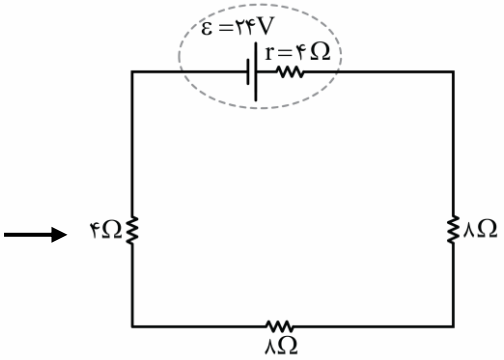
پاسخ تشریحی:

گام اول:

پس از حذف آمپرسنج و ولت‌سنج طبق نکتهٔ ارائه‌شده، مقاومت معادل مدار را به‌دست می‌آوریم.







$$R_{eq} = ۴+۸+۸ = ۲۰\Omega$$

گام دوم:

جریان خروجی از باتری برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{r+R_{eq}} = \frac{۲۴}{۴+۲۰} = ۱A$$

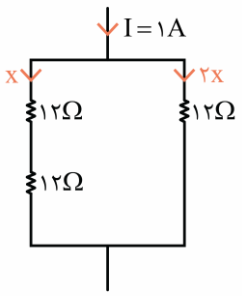
گام سوم:

ولت‌سنج ولتاژ دو سر باتری را اندازه می‌گیرد که برابر است با:

$$V = \varepsilon - rI \rightarrow V = ۲۴ - ۴\times۱ = ۲۰V$$

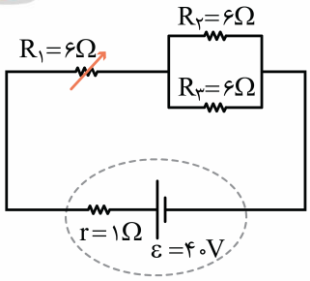
گام آخر:

با تقسیم جریان بین شاخه‌های موازی، جریان گذرنده از آمپرسنج را به‌دست می‌آوریم.



$$x + ۲x = I \rightarrow ۳x = ۱ \rightarrow x = \frac{۱}{۳}A$$

بنابراین جریان گذرنده از آمپرسنج برابر $\frac{۱}{۳}A$ خواهد بود.



۷- کدام‌یک از عبارت‌های زیر در مورد مدار مقابل صحیح است؟

الف: جریان عبوری از مقاومت $R_۲$ برابر $۴A$ است.

ب: توان مصرفی مقاومت $R_۱$ برابر $۴۸W$ است.

پ: در مقاومت درونی باتری، در هر دقیقه $۹۶۰J$ انرژی تلف می‌شود.

ت: اگر مقاومت $R_۱$ افزایش یابد، ولتاژ دو سر باتری افزایش می‌یابد.

۱) (الف) و (ت) ۲) (ب) و (پ)

۳) (الف) و (ب) ۴) (پ) و (ت)

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

توان مصرفی

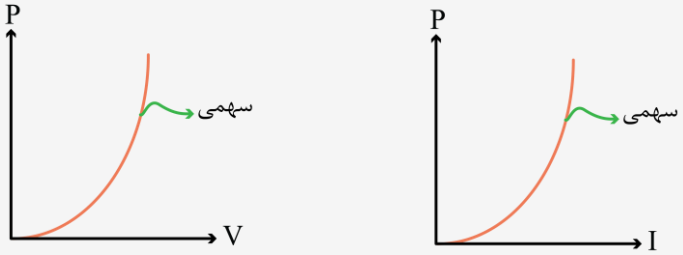
۱- توان الکتریکی هر وسیلهٔ الکتریکی برابر حاصل‌ضرب اختلاف پتانسیل دو سر آن در جریان عبوری از آن وسیله است.

$$P = VI$$

۲- برای یک مقاومت اهمی با توجه به رابطهٔ $V = RI$ ، توان مقاومت از روابط زیر قابلِ‌محاسبه است.

$$\text{توان مصرفی مقاومت}\begin{cases} P = VI \\ P = RI^۲ \\ P = \dfrac{V^۲}{R} \end{cases}$$

۳- نمودار توان مصرفی در یک مقاومت برحسب ولتاژ و جریان آن مطابق شکل‌های زیر است.



۴- با ضرب کردن توان الکتریکی در زمان، می‌توان انرژی مصرفی در مقاومت را محاسبه کرد.

$$U = Pt\begin{cases} U = VIt \\ U = RI^۲t \\ U = \dfrac{V^۲}{R}t \end{cases}$$

۵- در استفاده از رابطهٔ $U = Pt$ ، اگر توان برحسب وات و زمان برحسب ثانیه جایگزین شود، انرژی برحسب ژول به‌دست می‌آید و اگر توان برحسب کیلووات و زمان برحسب ساعت جایگزین شود، انرژی برحسب کیلووات ساعت به‌دست می‌آید.

۶- هر کیلووات ساعت معادل $۳/۶\times۱۰^۶$ ژول است.

$$۱kW.h \equiv ۳/۶\times۱۰^۶J$$

پاسخ تشریحی:

مقاومت معادل مدار برابر $۶+\frac{۶}{۲}=۹\Omega$ است؛ بنابراین جریان خروجی از باتری برابر است با:

$$I = \frac{\varepsilon}{r+R_{eq}} = \frac{۴۰}{۱+۹} = ۴A$$

www.biomaze.ir

AzmonVIP

بررسی موارد:

الف: جریان $I = ۴A$ که از باتری خارج می‌شود، بین دو مقاومت $R_۲$ و $R_۳$ به‌طور مساوی تقسیم می‌شود و از هریک جریان $۲A$ می‌گذرد. (✗)

ب: توان مصرفی مقاومت $R_۱$ برابر است با:

$$P_۱ = R_۱ I^۲ = ۶ \times ۴^۲ = ۹۶W$$

بنابراین عبارت (ب) نیز نادرست است. (✗)

پ: انرژی مصرفی در مقاومت درونی باتری برابر است با:

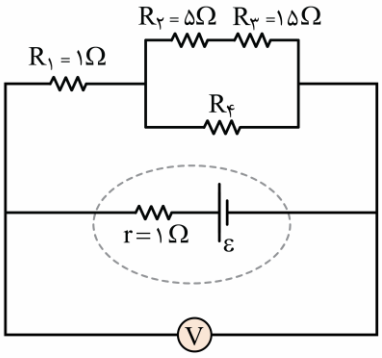
$$U = rI^۲ t = ۱ \times ۴^۲ \times ۶۰ = ۹۶۰J$$

عبارت (پ) صحیح است. (✓)

ت: با افزایش مقاومت $R_۱$، جریان مدار کاهش می‌یابد و طبق رابطهٔ $V_{باتری} = \varepsilon - rI$، با کاهش جریان مدار، ولتاژ باتری افزایش می‌یابد. (✓)

گروه آموزشی ماز

۸- در مدار زیر، توان مصرفی مقاومت $R_۳$، $\frac{۳}{۵}$ برابر توان مصرفی مقاومت $R_۱$ است. اگر ولت‌سنج آرمانی ۲۰ ولت را نشان دهد، نیروی محرکهٔ باتری چند ولت است؟



۱) ۲۰
۲) ۲۲
۳) ۲۴
۴) ۳۰

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

مقایسهٔ توان مقاومت‌ها

۱- برای مقایسهٔ توان مصرفی در مقاومت‌های یک مدار، ابتدا جریان آن‌ها را باهم مقایسه می‌کنیم. در مقایسهٔ جریان‌ها به نکات زیر توجه می‌کنیم:

الف: جریان مقاومت‌های متوالی باهم برابر است.

ب: جریان مقاومت‌های موازی با اندازهٔ مقاومت رابطهٔ عکس دارد.

پ: برای مقایسهٔ جریان‌ها، جریان یکی از شاخه‌های مدار را برابر x درنظر می‌گیریم و جریان سایر قسمت‌ها را برحسب x به‌دست می‌آوریم.

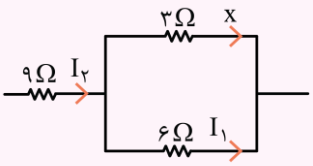
۲- پس از مقایسهٔ جریان‌ها، می‌توانیم به‌راحتی و با استفاده از رابطهٔ $P = RI^۲$، توان مقاومت‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم.

$$P = RI^۲ \rightarrow \frac{P_۲}{P_۱} = \frac{R_۲}{R_۱} \times (\frac{I_۲}{I_۱})^۲$$

برای آن‌که نکتهٔ بالا واضح‌تر شود، بهتر است قبل از این‌که به حل این تست بپردازیم، چند تمرین زیر را حل کنیم.

تمرین:

در مدار مقابل، اگر جریان مقاومت ۳Ω برابر x باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را برحسب x به‌دست آورید.



پاسخ:

همان‌طور که یاد گرفتید در مقاومت‌های موازی، جریان با اندازهٔ مقاومت رابطهٔ عکس دارد؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{جریان مقاومت } ۶\Omega}{\text{جریان مقاومت } ۳\Omega} = \frac{۳}{۶} \rightarrow \frac{I_۱}{x} = \frac{۳}{۶} \rightarrow I_۱ = \frac{x}{۲}$$

همچنین جریان مقاومت ۹Ω برابر مجموع جریان‌های مقاومت‌های ۳Ω و ۶Ω است؛ بنابراین داریم:

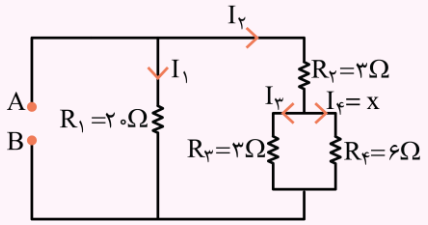
$$I_۲ = x + \frac{x}{۲} = \frac{۳x}{۲}$$

www.biomaze.ir

AzmonVIP

تمرین:

در مدار مقابل، اگر جریان مقاومت ۶Ω برابر x باشد، جریان سایر مقاومت‌ها را برحسب x به‌دست آورید.



پاسخ:

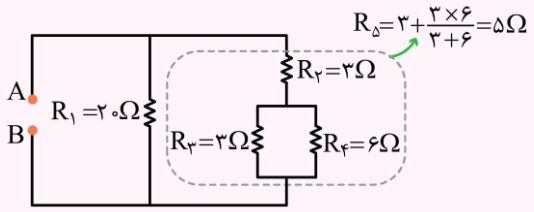
مقاومت‌های $R_۳$ و $R_۴$ باهم موازی هستند؛ بنابراین داریم:

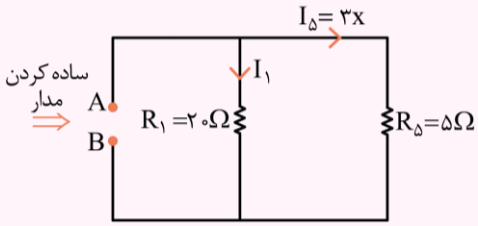
$$\frac{I_۳}{I_۴}=\frac{R_۴}{R_۳}\rightarrow\frac{I_۳}{x}=\frac{۶}{۳}\rightarrow I_۳=۲x$$

جریان $I_۲$ برابر مجموع $I_۳$ و $I_۴$ است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$I_۲=I_۳+I_۴=۲x+x=۳x$$

برای به‌دست آوردن جریان $I_۱$، ابتدا سمت راست مدار را ساده می‌کنیم. مقاومت‌های $R_۳$ و $R_۴$ موازی هستند و حاصل آن‌ها با $R_۲$ متوالی است؛ بنابراین داریم:





درنهایت چون مقاومت‌های $R_۱$ و $R_۵$ موازی هستند، می‌توانیم جریان $I_۱$ را هم برحسب x به‌دست آوریم.

$$\frac{I_۱}{I_۵}=\frac{R_۵}{R_۱}\rightarrow\frac{I_۱}{۳x}=\frac{۵}{۲۰}\rightarrow I_۱=\frac{۳}{۴}x$$

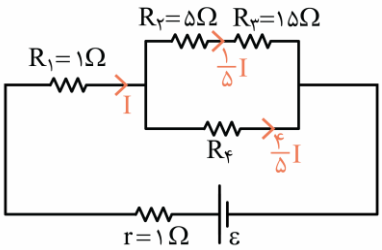
پاسخ تشریحی:

گام اول:

توان مقاومت $R_۳$، $\frac{۳}{۵}$ برابر توان مقاومت $R_۱$ است؛ بنابراین:

$$P=RI^۲\rightarrow\frac{P_۳}{P_۱}=\frac{R_۳}{R_۱}\times(\frac{I_۳}{I_۱})^۲\rightarrow\frac{۳}{۵}=\frac{۱۵}{۱}\times(\frac{I_۳}{I_۱})^۲\rightarrow(\frac{I_۳}{I_۱})^۲=\frac{۱}{۲۵}\rightarrow\frac{I_۳}{I_۱}=\frac{۱}{۵}$$

بنابراین اگر جریان شاخهٔ اصلی مدار I باشد، $\frac{۱}{۵}I$ از شاخهٔ بالا و $\frac{۴}{۵}I$ از شاخهٔ پایین می‌گذرد.



گام دوم:

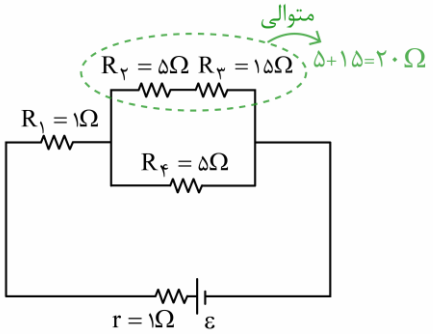
ولتاژ مقاومت‌های موازی باهم برابر است؛ بنابراین:

$$(R_۲+R_۳)\times\frac{۱}{۵}I=R_۴\times\frac{۴}{۵}I\rightarrow ۲۰\times\frac{۱}{۵}I=R_۴\times\frac{۴}{۵}I\rightarrow R_۴=۵\Omega$$

www.biomaze.ir

گام سوم:

حال که اندازهٔ مقاومت R_4 را می‌دانیم، می‌توانیم مقاومت معادل مدار را به‌دست آوریم:



$$R_{eq} = ۱ + \frac{۲۰ \times ۵}{۲۰ + ۵} = ۱ + ۴ = ۵\Omega$$

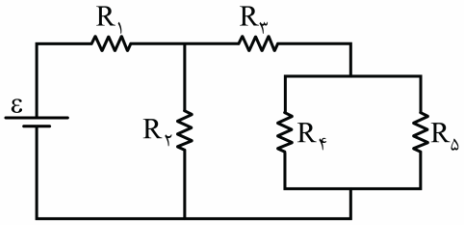
گام آخر:

ولتاژ ولت‌سنج که همان ولتاژ دو سر باتری است برابر است با:

$$V = \frac{R_{eq}}{R_{eq} + r}\varepsilon \rightarrow ۲۰ = \frac{۵}{۵+۱} \times \varepsilon \rightarrow \varepsilon = ۲۴V$$

گروه آموزشی ماز

۹- در مدار زیر، همهٔ مقاومت‌ها مشابه و برابر ۶ اهم هستند و حداکثر توانی که می‌توانند مصرف کنند بدون آن‌که آسیب ببینند برابر ۲۴W است. نیروی محرکهٔ باتری آرمانی برابر چند ولت باشد که مدار بیش‌ترین توان ممکن را بدون آسیب دیدن مصرف کند؟



۱) ۱۹/۲
۲) ۲۱/۴
۳) ۲۲/۵
۴) ۱۶

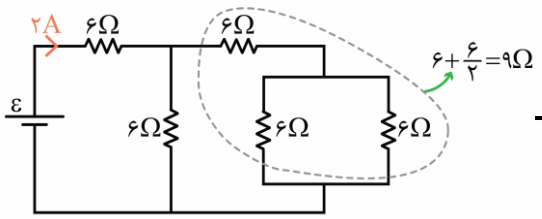
پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

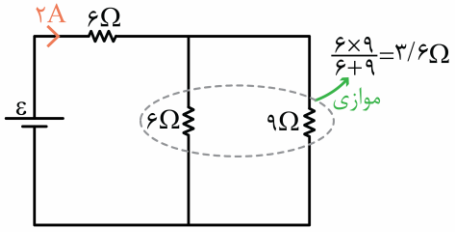
پاسخ تشریحی:

برخلاف ظاهر سؤال، با توجه به این‌که همهٔ مقاومت‌ها هم‌اندازه‌اند، با سؤال چندان دشواری مواجه نیستیم. مقاومت‌ها هم‌اندازه‌اند، پس مقاومتی بیش‌ترین توان را مصرف می‌کند که بیش‌ترین جریان از آن بگذرد که همان مقاومتی است که در شاخهٔ اصلی مدار قرار دارد؛ بنابراین مقاومت R_1 بیش‌ترین توان را که برابر ۲۴W است مصرف می‌کند.

$$P = RI^۲ \rightarrow ۲۴ = ۶I^۲ \rightarrow I = ۲A$$

بنابراین جریان خروجی از باتری باید $I = ۲A$ باشد و درنتیجه برای محاسبهٔ نیروی محرکهٔ باتری می‌توان به‌صورت زیر عمل کرد:



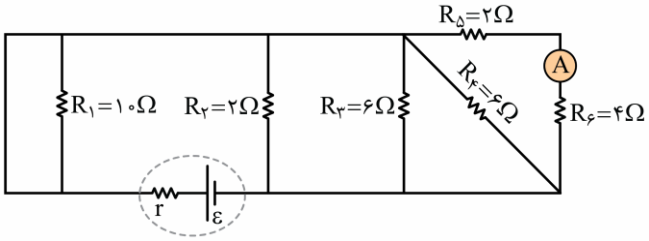


$$\rightarrow R_{eq} = ۶ + ۳/۶ = ۹/۶\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} \rightarrow ۲ = \frac{\varepsilon}{۰ + ۹/۶} \rightarrow \varepsilon = ۱۹/۲V$$

گروه آموزشی ماز

۱۰- در مدار زیر، آمپرسنج آرمانی ۱A را اندازه می‌گیرد. توان مصرفی در مقاومت R_2 و توان خروجی از باتری، به‌ترتیب از راست به چپ، چند وات هستند؟



۱) ۶، ۳۶
۲) ۶، ۱۸
۳) ۱۸، ۳۶
۴) ۱۸، ۱۸

www.biomaze.ir
AzmonVIP

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

توان خروجی باتری

توان خروجی از یک مولد (توان مفید) از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

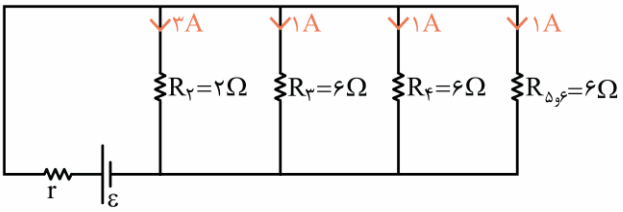
$$\begin{cases} P = VI \\ V = \varepsilon - rI \end{cases} \rightarrow P = \varepsilon I - rI^2$$

به عبارتی می‌توان گفت که باتری توان εI را تولید می‌کند و مقدار rI^2 در مقاومت درونی آن تلف می‌شود.

تذکر: دقت کنید توان خروجی از باتری ($P = \varepsilon I - rI^2$)، برابر توان مصرفی در کل مقاومت‌های خارجی مدار ($P = R_{eq}I^2 = \frac{V^2}{R_{eq}}$) است.

پاسخ تشریحی:

ابتدا دقت کنید که دو سر مقاومت R_1 با سیم به‌هم وصل شده است؛ بنابراین مقاومت R_1 اتصال کوتاه‌شده است و آن را از مدار حذف می‌کنیم. مقاومت‌های R_5 و R_6 متوالی هستند و حاصل آن‌ها برابر $R_{5,6} = 2+4 = 6\Omega$ است؛ بنابراین می‌توان مدار را به شکل ساده‌شدهٔ زیر رسم کرد. با توجه به این‌که جریان در مقاومت‌های موازی با مقدار مقاومت رابطهٔ عکس دارد، جریان مقاومت R_2، ۳ برابر مقاومت $R_{5,6}$ است؛ بنابراین جریان $3A$ از آن می‌گذرد.



توان مصرفی هریک از مقاومت‌ها برابر است با:

$$P_2 = R_2I_2^2 = 2\times 3^2 = 18W$$

$$P_3 = R_3I_3^2 = 6\times 1^2 = 6W$$

$$P_4 = R_4I_4^2 = 6\times 1^2 = 6W$$

$$P_5 = R_5I_5^2 = 2\times 1^2 = 2W$$

$$P_6 = R_6I_6^2 = 4\times 1^2 = 4W$$

توان خروجی از باتری برابر مجموع توان مصرف‌شده در مقاومت‌های مدار است و برابر است با:

$$P_{\text{خروجی باتری}} = P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 = 18+6+6+2+4 = 36W$$

گروه آموزشی ماز

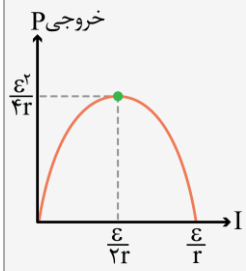
۱۱- اگر از یک باتری، جریان‌های ۲A یا ۳A خارج شود، توان خروجی از آن یکسان است. اگر یک مقاومت که اندازهٔ آن ۴ برابر مقاومت درونی باتری است را به آن وصل کنیم، جریان خروجی از باتری چند آمپر می‌شود؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

نمودار توان-جریان باتری و ویژگی‌های آن

۱- نمودار توان خروجی از یک باتری برحسب جریان عبوری از آن، به‌صورت یک سهمی است و توصیه می‌شود این نمودار را هم به خاطر بسپارید.

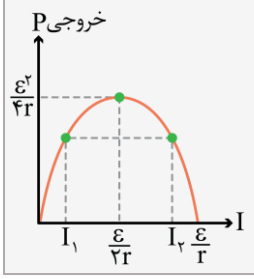


$$P = \varepsilon I - rI^2$$

$$\rightarrow \text{رأس سهمی}: \begin{cases} I = \frac{\varepsilon}{2r} \\ P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r} \end{cases}$$

۲- همان‌طور که در نمودار بالا می‌بینید، توان خروجی از یک باتری زمانی بیشینه می‌شود که جریان آن برابر $\frac{\varepsilon}{2r}$ باشد. مقدار این توان بیشینه برابر $P_{max} = \frac{\varepsilon^2}{4r}$ است.

۳- با توجه به تقارن سهمی حول رأس آن، اگر به‌ازای دو جریان مختلف، توان خروجی از باتری یکسان باشد، می‌توان نتیجه گرفت که مجموع این دو جریان برابر $\frac{\varepsilon}{r}$ است. به شکل زیر دقت کنید:



$$\frac{\varepsilon}{2r} = (I_{\text{میانگین}1} \text{ و } I_2) = \frac{I_1 + I_2}{2}$$

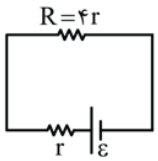
$$\rightarrow I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon}{r}$$

پاسخ تشریحی:

مطابق نکتهٔ فوق می‌توان نوشت:

$$I_1 + I_2 = \frac{\varepsilon}{r} \rightarrow 2 + 3 = \frac{\varepsilon}{r} \rightarrow \varepsilon = 5r$$

حال فرض کنید مقاومت $R = 4r$ را به این باتری وصل کنیم. جریان مدار برابر می‌شود با:



$$I = \frac{\varepsilon}{r+R} \xrightarrow[R=4r]{\varepsilon=5r} I = \frac{5r}{r+4r} = 1A$$

گروه آموزشی ماز

۱۲- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد مدار مقابل صحیح است؟

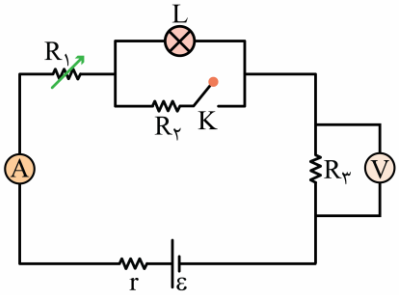
الف: با افزایش مقاومت R_1، عدد ولت‌سنج افزایش می‌یابد.

ب: با بستن کلید K، نور لامپ کاهش می‌یابد.

پ: اگر جای ولت‌سنج و آمپرسنج عوض شود، نور لامپ افزایش می‌یابد.

۱) صفر ۲) ۱

۳) ۲ ۴) ۳



پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

بررسی تغییر در مدارهای الکتریکی

در این درس‌نامه به بررسی سؤالاتی می‌پردازیم که در آن‌ها مقدار یک مقاومت تغییر می‌کند یا کلیدی باز یا بسته می‌شود و اثر این تغییرات بر مقادیر ولت‌سنج‌ها، آمپرسنج‌ها و یا نور لامپ‌ها از ما پرسیده می‌شود. برای حل این نوع از سؤالات می‌توانیم گام‌های زیر را طی کنیم.

۱- تعیین می‌کنیم مقاومت معادل مدار چگونه تغییر کرده است.

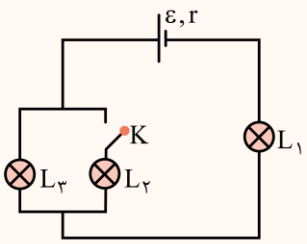
۲- با توجه به نتیجهٔ گام قبل، تعیین می‌کنیم جریان خروجی از باتری چگونه تغییر می‌کند.

۳- با مشخص شدن تغییرات جریان باتری، تغییر نور برخی از لامپ‌ها و یا تغییرات اعداد برخی از ولت‌سنج‌ها و آمپرسنج‌های مدار مشخص می‌شود. برای تعیین تغییرات نور لامپ‌های دیگر و مقادیر سایر ولت‌سنج‌ها و آمپرسنج‌ها ولتاژ باتری را بررسی می‌کنیم.

برای آن‌که روش بالا واضح‌تر شود، مثال زیر را حل می‌کنیم.

مثال:

در مدار مقابل با بستن کلید K، نور لامپ‌های L_1 و L_3 چگونه تغییر می‌کند؟



پاسخ:

برای حل این سؤال گام‌های زیر را طی می‌کنیم.

گام ۱: با بستن کلید K، دو لامپ باهم موازی می‌شوند و درنتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد.

گام ۲: با کاهش مقاومت معادل مدار، جریان خروجی از باتری زیاد می‌شود. چون جریان باتری به‌طور کامل از لامپ L_1 می‌گذرد، با افزایش جریان، نور L_1 هم زیاد می‌شود.

گام ۳: جریان کل مدار زیاد شده است، ولی این جریان با بسته شدن کلید باید بین دو لامپ L_2 و L_3 تقسیم شود؛ بنابراین با کمک جریان نمی‌توانیم تغییرات نور لامپ L_3 را بررسی کنیم. برای این کار از تغییرات ولتاژ باتری در مدار کمک می‌گیریم.

$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI \uparrow \Rightarrow V_{\text{باتری}} \downarrow$$

$$\downarrow V_{\text{باتری}} = \uparrow V_{L_1} + V_{L_3} \Rightarrow V_{L_3} \downarrow$$

بنابراین نور لامپ L_3 با کاهش ولتاژ آن کم شده است. راه‌حل این مثال را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

$$\text{بستن کلید K} \Rightarrow R_{eq} \downarrow \Rightarrow I_t \uparrow \Rightarrow L_1 \text{ پرنورتر}$$

$$I_t \uparrow \Rightarrow V_{\text{باتری}} \downarrow \Rightarrow V_{L_3} \downarrow \Rightarrow L_3 \text{ کم‌نورتر}$$

پاسخ تشریحی:

بررسی موارد:

الف: با افزایش مقاومت R_1، مقاومت معادل مدار زیاد می‌شود و جریان مدار کاهش می‌یابد. ولت‌سنج ولتاژ دو سر مقاومت R_3 را نشان می‌دهد که طبق قانون اهم، با جریان آن متناسب است؛ بنابراین با کاهش جریان مدار، عدد ولت‌سنج نیز کاهش می‌یابد. (✗)

ب: با بستن کلید K، مقاومت R_2 با لامپ موازی می‌شود و باعث کاهش مقاومت معادل مدار می‌شود و درنتیجه جریان مدار افزایش می‌یابد. برای بررسی نور لامپ، از ولتاژ باتری کمک می‌گیریم. (✓)

$$V_{\text{باتری}} = \varepsilon - rI \xrightarrow{I\uparrow} V_{\text{باتری}} \downarrow$$

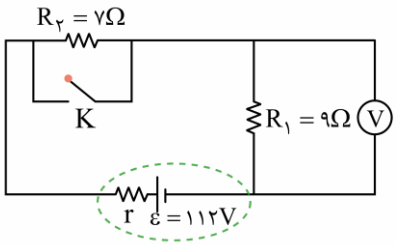
$$V_{\text{باتری}} = V_{R_1} + V_{\text{لامپ}} + V_{R_3} = R_1 I + V_{\text{لامپ}} + R_3 I \xrightarrow[I\uparrow]{V_{\text{باتری}}\downarrow} V_{\text{لامپ}} \downarrow$$

بنابراین نور لامپ کاهش می‌یابد.

پ: اگر جای ولت‌سنج و آمپرسنج عوض شود، ولت‌سنج در شاخهٔ اصلی مدار قرار می‌گیرد و باعث می‌شود جریان مدار قطع شود؛ بنابراین لامپ خاموش می‌شود. (✗)

گروه آموزشی ماز

۱۳- در مدار زیر با بستن کلید K، توان خروجی از باتری ثابت می‌ماند. عدد ولت‌سنج با بستن کلید K چگونه تغییر کرده است؟

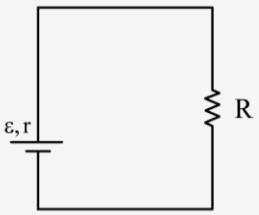


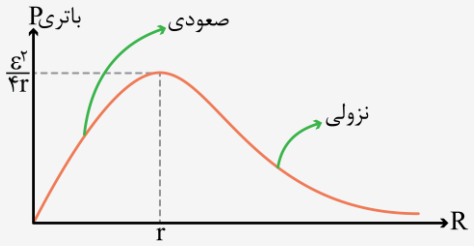
۱) ۱۲ ولت افزایش می‌یابد.
۲) ۱۲ ولت کاهش می‌یابد.
۳) ۲۴ ولت افزایش می‌یابد.
۴) ۲۴ ولت کاهش می‌یابد.

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

توان خروجی

۱- در مدار تک‌حلقهٔ مقابل، نمودار توان خروجی باتری که برابر توان مصرفی در مقاومت‌های مدار است، برحسب مقاومت R به‌صورت زیر است:





۲- مطابق نمودار فوق، هنگامی‌که مقاومت معادل مدار بزرگ‌تر از مقاومت درونی باتری است $(R > r)$، نمودار توان خروجی نزولی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری کاهش می‌یابد.

۳- مطابق نمودار فوق، هنگامی‌که مقاومت معادل مدار کوچک‌تر از مقاومت درونی باتری است $(R < r)$، نمودار توان خروجی صعودی است. این نکته به این معنی است که با افزایش مقاومت معادل مدار، توان خروجی از باتری افزایش می‌یابد.

www.biomaze.ir
AzmonVIP

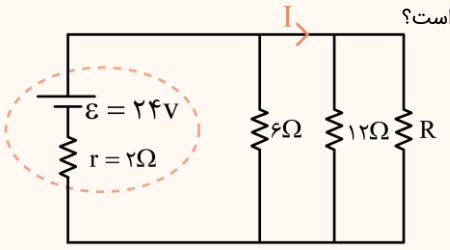
۴- همان‌طور که در نمودار توان خروجی می‌بینید، توان خروجی از باتری هنگامی بیشینه است که $R = r$ باشد. در این حالت توان خروجی از باتری برابر $\frac{\varepsilon^2}{4r}$ می‌باشد.

۵- اگر به‌ازای دو مقاومت R_1 و R_2 ، توان خروجی باتری یکسان باشد، مقاومت درونی باتری، واسطهٔ هندسی مقاومت‌های R_1 و R_2 است، یعنی:

اگر توان خروجی از باتری با اتصال به R_1 و R_2 یکسان باشد $\rightarrow R_1R_2 = r^2$ یا $r = \sqrt{R_1R_2}$

مثال:

در مدار زیر، مقاومت R چند اهم باشد تا توان خروجی از مولد بیشینه شود و در این حالت I برابر با چند آمپر است؟



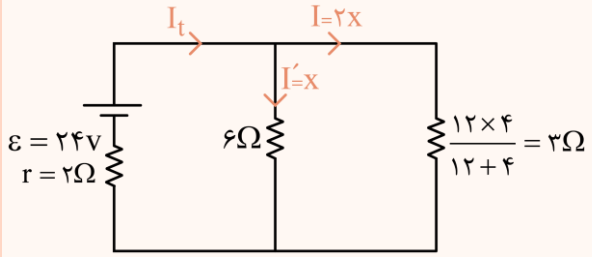
۱) صفر و ۱۲
۲) ۳ و ۴/۸
۳) ۴ و ۴
۴) ۴ و ۲/۴

پاسخ: گزینهٔ ۳

برای آن‌که توان خروجی باتری بیشینه شود، کافی است $R_{eq} = r$ باشد، پس داریم:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R} \xrightarrow{R_{eq}=r=2\Omega} \frac{1}{2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{R} \rightarrow R = 4\Omega$$

در این حالت، جریان I برابر است با:



$$I_t = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{24}{2+2} = 6A$$

$$I_t = \overbrace{I}^{2x} + \overbrace{I'}^{x} \rightarrow 3x = 6 \rightarrow x = 2A$$

$$\rightarrow I = 2x = 4A$$

پاسخ تشریحی:

قبل از بستن کلید، مقاومت معادل مدار برابر 16Ω است. پس از بستن کلید، مقاومت R_2 اتصال کوتاه می‌شود و مقاومت معادل مدار 9Ω می‌شود. با توجه به نکتهٔ فوق، مقاومت داخلی باتری برابر است با:

$$r = \sqrt{R_{eq_1}R_{eq_2}} = \sqrt{16\times9} = 12\Omega$$

قبل از بستن کلید، نیروی محرکهٔ باتری بین دو مقاومت R_1 و R_2 و مقاومت داخلی آن تقسیم می‌شود. ولت‌سنج، ولتاژ دو سر R_1 را اندازه می‌گیرد.

$$\text{عدد ولت‌سنج}: V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + r}\times\varepsilon = \frac{9}{9+7+12}\times112 = 36V$$

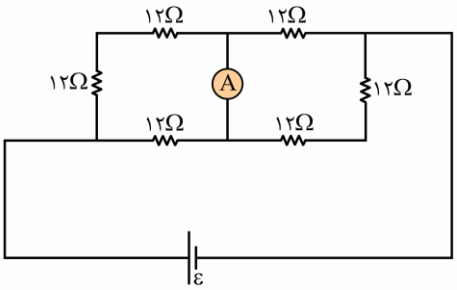
پس از بستن کلید، نیروی محرکهٔ باتری فقط بین R_1 و مقاومت داخلی آن تقسیم می‌شود.

$$\text{عدد ولت‌سنج}: V_2 = \frac{R_1}{R_1 + r}\varepsilon = \frac{9}{9+12}\times112 = 48V$$

$\rightarrow V_2 - V_1 = 48 - 36 = 12V \rightarrow$ عدد ولت‌سنج ۱۲V افزایش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۱۴- در مدار شکل زیر، در هر دقیقه ۸/۶۴kJ انرژی در مقاومت‌های مدار به گرما تبدیل می‌شود. آمپرسنج آرمانی چند آمپر را اندازه می‌گیرد؟



۱) ۰/۵
۲) ۱
۳) ۱/۵
۴) ۲

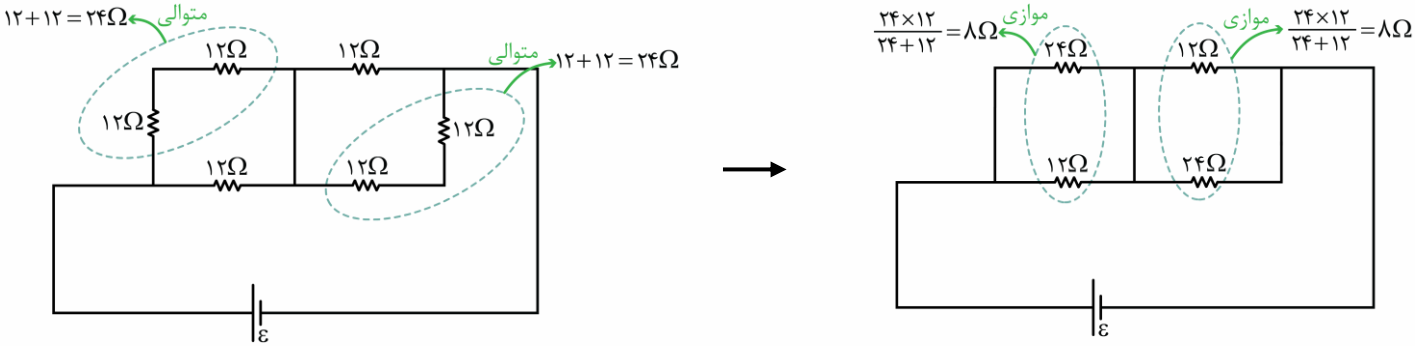
www.biomaze.ir
AzmonVIP

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

گام اول:

مقاومت معادل مدار برابر است با:



$R_{eq} = ۸ + ۸ = ۱۶\Omega$

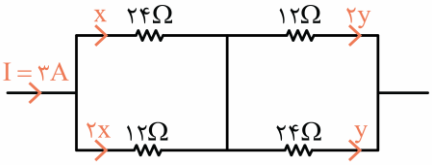
گام دوم:

انرژی مصرفی در کل مدار، برابر با انرژی مصرفی در مقاومت معادل است.

$U = R_{eq} I^۲ t \rightarrow ۸/۶۴ \times ۱۰^۳ = ۱۶ I^۲ \times ۶۰ \rightarrow I^۲ = ۹ \rightarrow I = ۳A$

گام آخر:

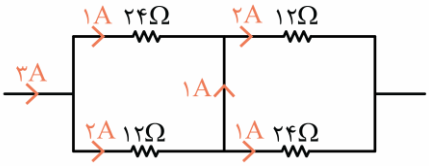
با یک تقسیم جریان ساده، جریان آمپرسنج به‌دست می‌آید.



$I = x + ۲x \rightarrow ۳ = ۳x \rightarrow x = ۱A$

$I = y + ۲y \rightarrow ۳ = ۳y \rightarrow y = ۱A$

با توجه به شکل زیر، جریان ۱A از سیم وسط می‌گذرد.



گروه آموزشی ماز

۱۵- چهار مقاومت مشابه را بار اول به‌طور متوالی و بار دوم به‌طور موازی به یک باتری با مقاومت درونی ۲Ω می‌بندیم. اگر توان الکتریکی مصرف‌شده در مقاومت‌ها در حالت دوم، ۵۱ درصد کم‌تر از توان الکتریکی مصرف‌شده در مقاومت‌ها در حالت اول باشد، اندازهٔ هریک از این مقاومت‌ها چند اهم است؟

۱) $\frac{۱۲}{۱۱}$ ۲) $\frac{۱۱}{۱۲}$ ۳) $\frac{۷}{۶}$ ۴) $\frac{۶}{۷}$

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

در حالت اول، مقاومت معادل مدار برابر $R_{eq} = ۴R$ است و توان مصرف‌شده در مقاومت‌ها که همان توان خروجی از باتری است برابر است با:

$$P = R_{eq} I^۲ = ۴R \times \left(\frac{\varepsilon}{۴R + r}\right)^۲ = \frac{۴\varepsilon^۲ R}{(۴R + r)^۲}$$

در حالت دوم، مقاومت معادل برابر $R'_{eq} = \frac{R}{۴}$ است و با روش مشابه داریم:

$$P' = R'_{eq} I'^۲ = \frac{R}{۴} \times \left(\frac{\varepsilon}{\frac{R}{۴} + r}\right)^۲ = \frac{\frac{۱}{۴}\varepsilon^۲ R}{\left(\frac{R}{۴} + r\right)^۲}$$

www.biomaze.ir
AzmonVIP

توان در حالت دوم، ۵۱ درصد کم‌تر از حالت اول است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{P'}{P}=\frac{۴۹}{۱۰۰}\rightarrow\frac{\dfrac{\frac{۱}{۴}\varepsilon^{۲}R}{(\frac{R}{۴}+r)^{۲}}}{\dfrac{۴\varepsilon^{۲}R}{(۴R+r)^{۲}}}=\frac{۴۹}{۱۰۰}$$

$$\rightarrow\frac{(۴R+r)^{۲}}{۱۶(\frac{R}{۴}+r)^{۲}}=\frac{۴۹}{۱۰۰}\xrightarrow{\text{جذر}}\frac{۴R+r}{۴(\frac{R}{۴}+r)}=\frac{۷}{۱۰}$$

$$\xrightarrow{r=۲\Omega}۱۰(۴R+۲)=۲۸(\frac{R}{۴}+۲)$$

$$\rightarrow ۴۰R+۲۰=۷R+۵۶\rightarrow ۳۳R=۳۶\rightarrow R=\frac{۱۲}{۱۱}\Omega$$

گروه آموزشی ماز

۱۶- چند مورد از موارد زیر نادرست است؟

الف: یکای فرعی شار مغناطیسی $\frac{kg.m^{۲}}{A.s^{۲}}$ می‌باشد.

ب: موتورهای الکتریکی برخلاف ژنراتور، انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند.

پ: اگر یک عقربهٔ مغناطیسی را از وسط آویزان کنیم امتداد آن با سطح افقی زمین یک زاویه می‌سازد که به این زاویه شیب مغناطیسی گفته می‌شود.

ت: مواد پارامغناطیسی مثل اورانیم، پلاتین و آلومینیم در حضور میدان مغناطیسی قوی، خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می‌کنند.

ث: برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور تا جایی که امکان دارد باید از ولتاژها و جریان‌های بالا استفاده کنیم.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی / خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۱۰۳)

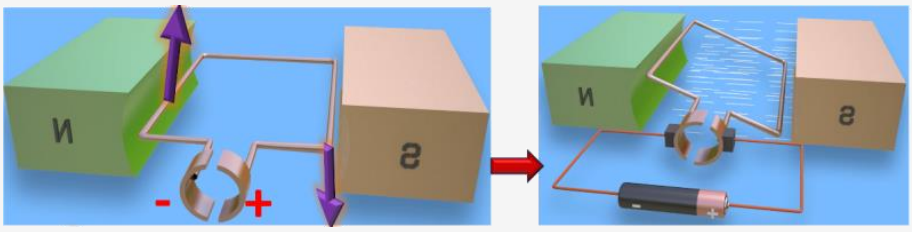
موتور الکتریکی

موتورهای الکتریکی ابزارهایی هستند که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند و اساس کار بسیاری از دستگاه‌ها نظیر جاروی برقی، متهٔ برقی، آسیاب برقی، ماشین لباسشویی، پنکه و ... را تشکیل می‌دهند.

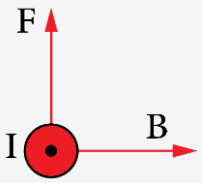
نحوهٔ عملکرد موتور

پیچه‌ای که دو سر آن به پایانه‌های یک باتری وصل است، در دهانهٔ آهنربایی قرار دارد به همین علت بر این پیچه از طرف میدان مغناطیسی نیرو وارد می‌شود که با توجه به قاعدهٔ دست راست نیروهای مغناطیسی مطابق شکل به پیچه وارد می‌شوند و آن را می‌چرخانند.

اساس کار موتورهای الکتریکی



موتورهای الکتریکی براساس نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی کار می‌کنند.

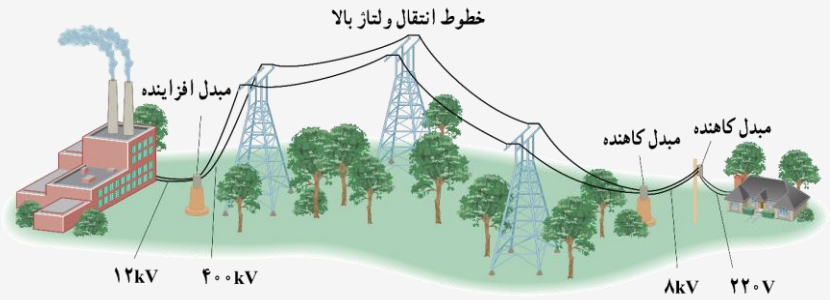


مبدل‌ها: یکی از مزیت‌های مهم توزیع توان الکتریکی ac (جریان متناوب) بر dc (جریان مستقیم) آن است که افزایش و کاهش ولتاژ ac، بسیار آسان‌تر از dc است. برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور تا جایی که امکان دارد باید از ولتاژهای بالا و جریان‌های کم استفاده کنیم. این کار اتلاف توان را در خط‌های انتقال کاهش می‌دهد.

www.biomaze.ir

AzmonVIP

همچنین با توجه به کاهش جریان می‌توان از سیم‌های نازک‌تری استفاده و در مصرف مواد اولیه ساخت سیم صرفه‌جویی کرد.
تبدیل ولتاژ مورد نیاز با استفاده از مبدل‌ها صورت می‌گیرد.



قبل از انتقال توان الکتریکی از نیروگاه‌ها، مبدل‌های افزاینده، ولتاژ را تا حدود ۴۰۰kV افزایش می‌دهند. در انتهای مسیر، مبدل‌های کاهنده، ولتاژ را کاهش می‌دهند تا توان الکتریکی با امنیت بیش‌تر به محل مصرف برسد.

پاسخ تشریحی:

بررسی موارد:

الف: ابتدا یکای میدان مغناطیسی را به‌دست می‌آوریم: (✓)

$$F = BIL\sin\theta \rightarrow B = \frac{F}{IL\sin\theta} \rightarrow [B] = \frac{N}{A.m} \xrightarrow{N=kg\frac{m}{s^2}} [B] = \frac{kg\frac{m}{s^2}}{A.m} = \frac{kg}{A.s^2}$$

یکای میدان مغناطیسی: $[B] = \frac{N}{A.m} = \frac{kg}{A.s^2} = T$

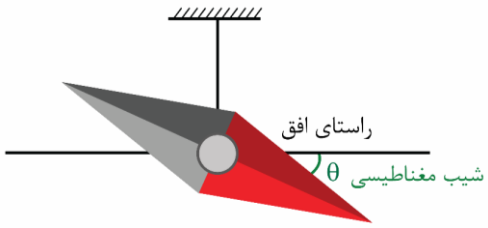
$$\varphi = AB\cos\theta \rightarrow [\varphi] = m^2 \times \frac{kg}{A.s^2} = \frac{kgm^2}{As^2}$$

ب: موتورهای الکتریکی ابزارهایی هستند که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند و اساس کار بسیاری از دستگاه‌ها نظیر جاروی برقی، متهٔ برقی، آسیاب برقی، ماشین لباسشویی، پنکه و ... را تشکیل می‌دهند. (✓)

اساس کار: طبق رابطهٔ $F = BIL\sin\theta$ بر سیم حامل جریان از طرف میدان نیرو وارد شده و آن را می‌چرخاند.

در مولد (ژنراتور) حرکت مکانیکی از طریق میلهٔ گردان، سبب چرخیدن پیچه در میدان مغناطیسی می‌شود و با تغییر شار طبق رابطهٔ $\varepsilon = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ نیروی محرکهٔ القایی و جریان متناوب تولید می‌شود.

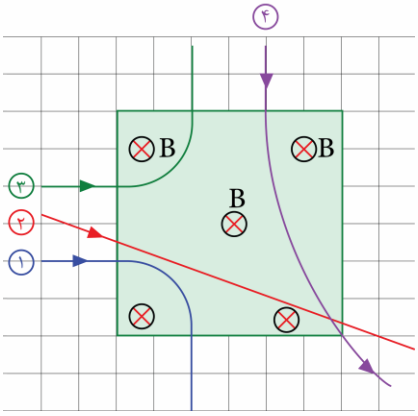
پ: (✓)



ت: (✓)

ث: برای انتقال توان الکتریکی در فاصله‌های دور تا جایی که امکان دارد باید از ولتاژهای بالا و جریان‌های کم استفاده کنیم. (✗)

۱۷- در شکل زیر چهار ذره با جرم و تندی برابر وارد میدان مغناطیسی درون‌سوی B می‌شوند. اگر از کلیهٔ نیروهای وارد بر ذرات به‌جز نیروی مغناطیسی صرف‌نظر شود، چند مورد از موارد زیر در مورد حرکت این ذرات نادرست است؟



الف: ذرهٔ (۴) مثبت، ذرهٔ (۱) منفی و ذرهٔ (۲) خنثی است.

ب: بزرگی شتاب ذرهٔ (۳) کم‌تر از بزرگی شتاب ذرهٔ (۱) است.

پ: بار ذرهٔ (۴) کم‌تر از بار ذرهٔ (۳) است.

۱) صفر

۲) ۱

۳) ۲

۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

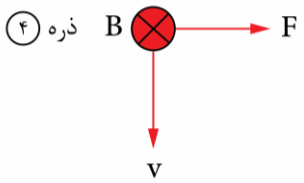
پاسخ تشریحی:

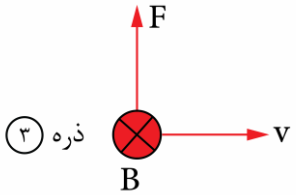
بررسی موارد:

الف: (✓)

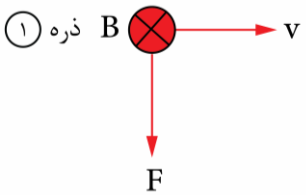
ذرهٔ (۲) در میدان مغناطیسی منحرف نشده است پس خنثی است.

ذرهٔ (۳) و (۴) از قاعدهٔ دست راست تبعیت می‌کنند پس هر دو مثبت هستند.





ذرهٔ (۱) از قاعدهٔ دست چپ تبعیت می‌کند پس منفی است.



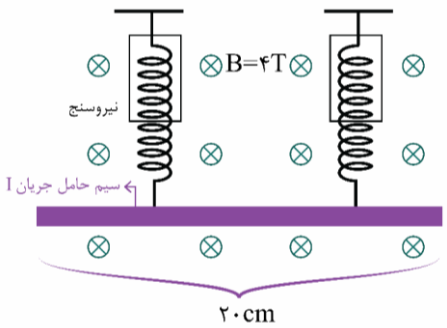
ب: با توجه به شکل، میزان انحراف ذرات (۱) و (۳) برابر است، پس با توجه به هم‌جرم بودن ذرات، نیروی مغناطیسی وارد بر آن‌ها نیز هم‌اندازه است و طبق رابطهٔ $F = ma$، شتاب آن‌ها نیز هم‌اندازه است. (✗)

پ: میزان انحراف ذرهٔ (۳) بیش‌تر از میزان انحراف ذرهٔ (۴) است پس با توجه به هم‌جرم بودن ذرات، نیروی وارد بر ذرهٔ (۳) بیش‌تر است. از طرفی چون تندی و میدان برای هر دو ذره هم‌اندازه است، پس بار ذرهٔ (۳) بزرگ‌تر است. (✓)

$$F = qvB\sin\theta \xrightarrow[F_3>F_4]{v_3=v_4\ ,\ B_3=B_4} |q_3|>|q_4|$$

گروه آموزشی ماز

۱۸- در شکل زیر نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان می‌دهند. اگر بدون تغییر جهت جریان، فقط بزرگی جریان عبوری از سیم را ۶A کاهش دهیم، هریک از نیروسنج‌ها چند نیوتون را نشان می‌دهد و جریان عبوری از سیم در چه جهتی است؟



۱) ۲/۴ – راست

۲) ۲/۴ – چپ

۳) ۴/۸ – راست

۴) ۴/۸ – چپ

www.biomaze.ir

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

$$F_B = ILB\sin\theta$$

F: اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان.

I: جریان عبوری از سیم.

L: طول بخشی از سیم رسانا که در میدان مغناطیسی قرار دارد.

B : اندازهٔ میدان مغناطیسی یکنواخت.

θ : زاویه‌ای که امتداد سیم با خطوط میدان مغناطیسی می‌سازد.

جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

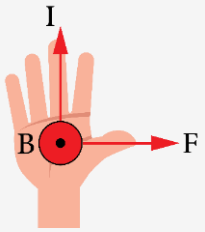
قاعدهٔ دست راست

دست راست خود را طوری نگه داریم که انگشتان بازشدهٔ ما در جهت جریان الکتریکی باشد به‌گونه‌ای که وقتی آن‌ها را در جهت چرخش طبیعی انگشتان خم کنیم در جهت میدان مغناطیسی قرار گیرد. در این حالت انگشت شست ما در جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم خواهد بود.

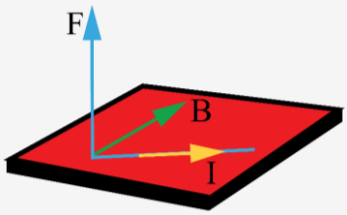
I: چهار انگشت دست راست در جهت جریان الکتریکی

B: کف دست راست در جهت میدان مغناطیسی

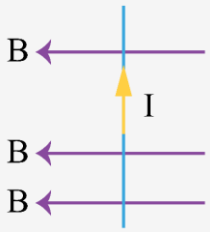
F: شست دست راست در جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم



نیرویی که در میدان مغناطیسی بر سیم حامل جریان الکتریکی وارد می‌شود، بر راستای سیم و نیز بر راستای میدان مغناطیسی عمود است، یعنی نیروی مغناطیسی بر صفحه‌ای که توسط جریان و میدان مغناطیسی تشکیل می‌شود، عمود است. دقت کنید که I و B الزاماً برهم عمود نیستند.

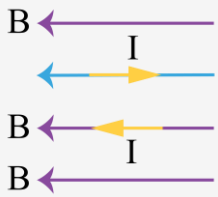


اگر سیم حامل جریان در راستای عمود بر میدان مغناطیسی قرار بگیرد، حداکثر نیروی مغناطیسی به آن وارد می‌شود.



$$\theta = ۹۰ \rightarrow \sin\theta = ۱ \rightarrow F_m = ILB$$

اگر سیم حامل جریان در راستای میدان مغناطیسی قرار بگیرد، از طرف میدان مغناطیسی به آن نیرو وارد نمی‌شود.



$$\begin{cases} \theta = ۰ \\ \text{یا} \\ \theta = ۱۸۰ \end{cases} \rightarrow \sin\theta = ۰ \rightarrow F_B = ۰$$

تعریف تسلا

یک تسلا بزرگی میدان مغناطیسی است که در آن بر یک متر از سیمی که حامل جریان یک آمپر است و در راستای عمود بر میدان مغناطیسی قرار گرفته است، نیرویی به بزرگی یک نیوتون وارد می‌شود.

$$B = \frac{F_m}{IL} \rightarrow T = \frac{N}{A.m} \qquad G \xrightarrow{\times ۱۰^{-۴}} T$$

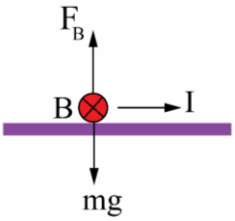
استراتژی لازم برای حل تست‌های این قسمت:

۱- در شکل‌های سه‌بعدی اگر سیم حامل جریان (یا میدان) در راستای مورب قرار گرفت، منظور طراح این است که جریان (یا میدان) عمود بر صفحه یعنی درون‌سو یا برون‌سو است.

۲- راستای سیم و میدان ممکن است هر زاویه‌ای باهم بسازند، اما نیروی مغناطیسی همیشه بر هر دوی آن‌ها عمود خواهد بود.

پاسخ تشریحی:

در حالت اول چون نیروسنج‌ها صفر را نشان می‌دهند پس F_B خلاف جهت mg و هم‌اندازهٔ آن است. پس طبق قاعدهٔ دست راست، جهت جریان عبوری از سیم به سمت راست است. با کاهش جریان، نیروی مغناطیسی وارد بر سیم کاهش می‌یابد.



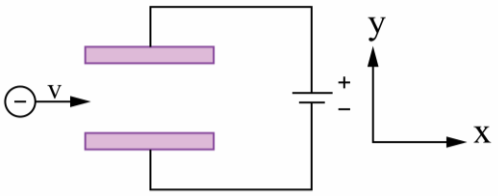
$$\Delta F = BL\Delta I \sin\theta \rightarrow \Delta F = ۴\times ۰/۲\times(-۶)\sin ۹۰$$
$$\rightarrow \Delta F = -۴/۸N$$

پس هریک از نیروسنج‌ها ۲/۴N را نشان می‌دهند.

گروه آموزشی ماز

۱۹- مطابق شکل، یک ذرهٔ باردار با بار $q=-۲\mu C$ و جرم ۱۲۰mg با سرعت $۱۲\frac{km}{s}$ در جهت مثبت محور x وارد فضایی می‌شود که میدان‌های یکنواخت $E=۳۶۰۰\frac{V}{m}$ و B وجود دارد. میدان مغناطیسی چند تسلا و در چه جهتی باشد تا ذره بدون انحراف در همان جهت محور x به حرکت خود ادامه دهد.

($g=۱۰\frac{N}{kg}$ و میدان مغناطیسی عمود بر سرعت حرکت ذره است.)



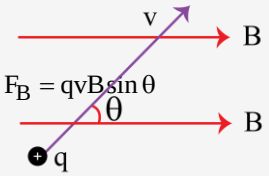
۱) ۰/۳۵ – برون‌سو
۲) ۰/۳۵ – درون‌سو
۳) ۰/۲۵ – برون‌سو
۴) ۰/۲۵ – درون‌سو

پاسخ: گزینهٔ ۴ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

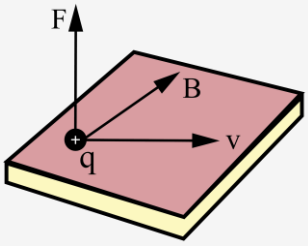
نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی

اگر ذرهٔ باردار q با سرعت v در میدان مغناطیسی B حرکت کند، از طرف میدان مغناطیسی بر آن نیروی F وارد خواهد شد که این نیرو را نیروی مغناطیسی می‌نامند.

الف: محاسبهٔ اندازهٔ نیروی مغناطیسی:

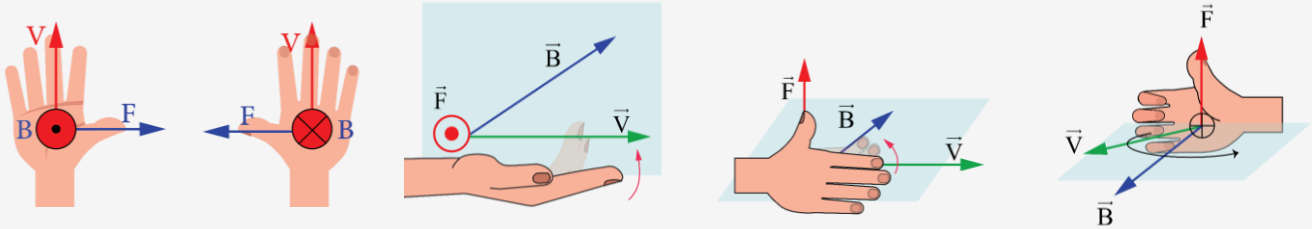


نیروی F بر هر دو بردار V و B عمود است؛ یعنی نیروی مغناطیسی بر صفحه‌ای که توسط سرعت و میدان مغناطیسی تشکیل می‌شود، عمود است.



ب: تعیین جهت نیروی مغناطیسی:

دست راست خود را طوری نگه داریم که انگشتان بازشدهٔ ما در جهت سرعت (V) باشد به‌گونه‌ای که وقتی آن‌ها را در جهت چرخش طبیعی انگشتان خم کنیم در جهت B قرار گیرد. در این حالت انگشت شست ما در جهت نیروی (F) وارد بر ذرهٔ باردار مثبت خواهد بود.



تذکر: دقت کنید اگر بار الکتریکی ذره منفی بود، پس از استفاده از قاعدهٔ دست راست و به‌دست آوردن جهت نیروی F، باید آن را قرینه کنیم (یا می‌توانیم از همان ابتدا چون بار ذره منفی است، از قاعدهٔ دست چپ استفاده کنیم.)

پاسخ تشریحی:

بر ذره سه نیرو وارد می‌شود:

۱- نیروی وزن $W = mg$

۲- نیروی الکتریکی $F_E = Eq$

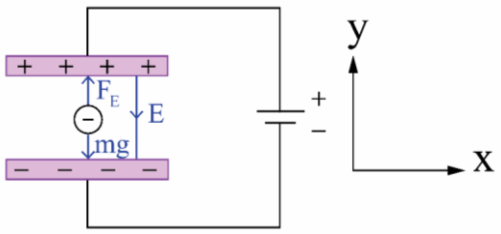
۳- نیروی مغناطیسی $F_B = qvB\sin\theta$

ابتدا نیروی وزن و نیروی الکتریکی را محاسبه می‌کنیم.

$$W = mg = ۱۲۰\times۱۰^{-۶}\times۱۰ = ۱/۲\times۱۰^{-۳}\ N$$

$$F_E = Eq = ۳۶۰۰\times۲\times۱۰^{-۶} = ۷/۲\times۱۰^{-۳}\ N$$

حال جهت نیروها را مشخص می‌کنیم. چون بار ذره منفی است نیروی الکتریکی خلاف جهت میدان می‌باشد.



چون $F_E > mg$ است پس باید F_B به سمت پایین باشد تا برایند نیروها صفر شود:

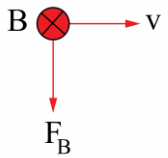
$$F_E = F_B + mg$$

$$۷/۲\times۱۰^{-۳} = F_B + ۱/۲\times۱۰^{-۳} \rightarrow F_B = ۶\times۱۰^{-۳}\ N$$

$$F_B = qvB\sin\theta \rightarrow ۶\times۱۰^{-۳} = ۲\times۱۰^{-۶}\times۱۲\times۱۰^{۳}\times B\times\sin۹۰$$

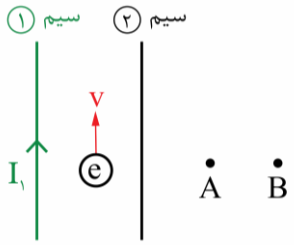
$$\rightarrow B = ۰/۲۵T$$

با توجه به قاعدهٔ دست چپ جهت میدان مغناطیسی را مشخص می‌کنیم.



گروه آموزشی ماز

۲۰- در شکل زیر میدان خالص حاصل از دو سیم حامل جریان در نقطهٔ B، برابر صفر است. جهت میدان خالص در نقطهٔ A و جهت نیروی وارد بر الکترون، به‌ترتیب کدام است؟



۱) ⊙ ، ←

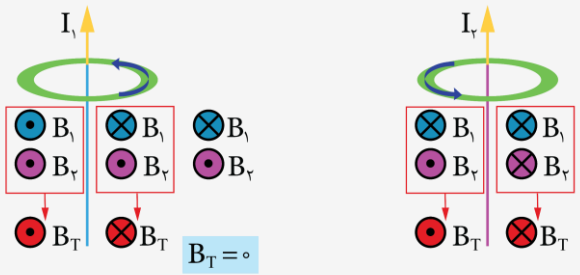
۲) ⊙ ، →

۳) ⊗ ، ←

۴) ⊗ ، →

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

محاسبهٔ میدان خالص در فضای بین و اطراف دو سیم حامل جریان

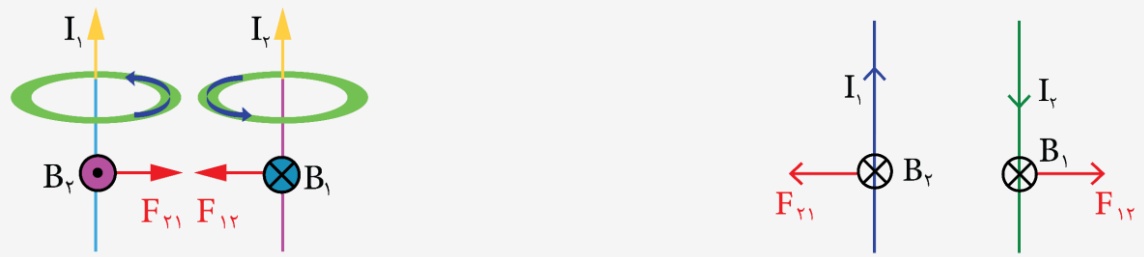


www.biomaze.ir

اگر جریان دو سیم هم‌جهت باشند، بین دو سیم و اگر خلاف جهت باشند، خارج دو سیم و در هر دو حالت نزدیک به سیم با جریان کم‌تر میدان مغناطیسی خالص صفر است.

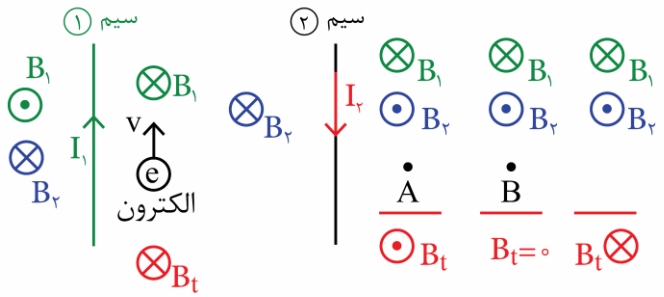
نیروی بین سیم‌های موازی حامل جریان

اگر جریان‌ها در یک جهت از دو سیم موازی بگذرند، نیروی بین آن‌ها ربایشی است. همچنین اگر جریان‌ها در دو جهت مخالف از دو سیم موازی بگذرند، نیروی بین آن‌ها رانشی است.



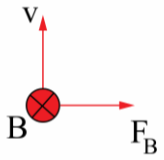
پاسخ تشریحی:

چون جهت میدان سیم (۱) در نقطهٔ B درون‌سو است، پس میدان سیم (۲) باید برون‌سو باشد تا آن را خنثی کند و با توجه به آن، جهت جریان سیم (۲) به سمت پایین است:



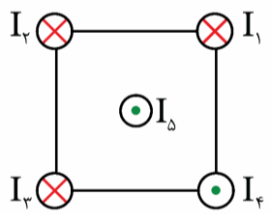
از طرفی نقطهٔ A چون در نزدیکی سیم (۲) قرار دارد، پس میدان سیم (۲) قوی‌تر است و میدان خالص برون‌سو است.

در مکان الکترون میدان خالص درون‌سو است پس طبق قاعدهٔ دست چپ، جهت نیروی وارد بر الکترون به سمت راست است.



گروه آموزشی ماز

۲۱- در شکل زیر چهار سیم با جریان‌های هم‌اندازه در چهار رأس یک مربع قرار دارند و میدان مغناطیسی هرکدام از سیم‌ها در مرکز مربع $10T$ است. اگر یک سیم حامل جریان $I_5 = 2A$ در مرکز مربع قرار دهیم، نیروی مغناطیسی خالص وارد بر $5mm$ از این سیم چند نیوتون و در چه جهتی است؟



۱) $0/2$ ↙

۲) $0/2$ ↘

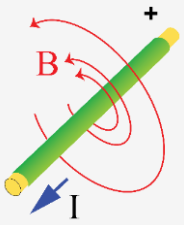
۳) $0/2\sqrt{2}$ ↙

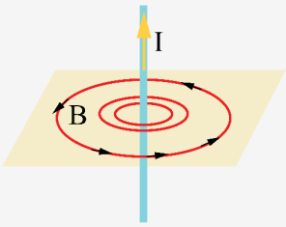
۴) $0/2\sqrt{2}$ ↘

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

آزمایش اورستد

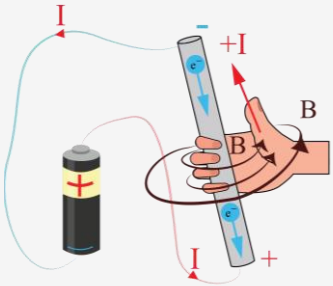
عبور جریان الکتریکی از یک سیم رسانا در اطراف آن یک میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آورد. خط‌های میدان مغناطیسی حاصل از یک سیم حامل جریان به‌صورت دایره‌های هم‌مرکز در اطراف سیم حامل جریان هستند.

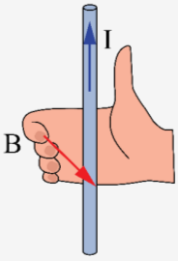




تعیین جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی

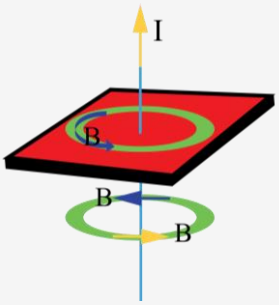
اگر سیم را در دست راست خود بگیرید به‌گونه‌ای که انگشت شست در جهت جریان الکتریکی باشد جهت خم شدن چهار انگشت دست شما جهت خط‌های میدان مغناطیسی را در اطراف سیم نشان می‌دهد.





حالت اول: سیم حامل جریان درون صفحه باشد.

اگر سیم حامل جریان درون صفحه باشد صفحه خطوط میدان مغناطیسی آن عمود بر صفحه خواهد شد.



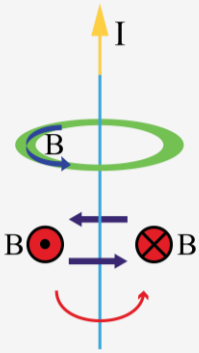
در این حالت در چهار نقطهٔ میدان مغناطیسی حائز اهمیت است:

۱- زیر سیم

۲- روی سیم

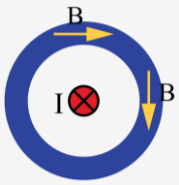
۳- سمت راست سیم

۴- سمت چپ سیم



حالت دوم: سیم حامل جریان عمود بر صفحه باشد.

اگر سیم حامل جریان عمود بر صفحه باشد، خطوط میدان مغناطیسی آن درون صفحه قرار می‌گیرد.

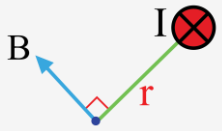


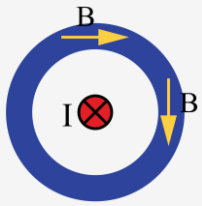
www.biomaze.ir

AzmonVIP

پیدا کردن جهت میدان مغناطیسی در یک نقطه:

ابتدا از نقطهٔ موردِنظر به سیم وصل کنید (r)، **میدان مغناطیسی در این نقطه الزاماً بر r عمود است.** پس در نقطهٔ موردِنظر یک خط عمود بر r رسم کنید و با قاعدهٔ دست راست یکی از جهت‌ها را برای میدان مغناطیسی انتخاب کنید.





عوامل مؤثر بر میدان سیم حامل جریان:

❖ هرچقدر جریان سیم بزرگ‌تر باشد میدان مغناطیسی آن قوی‌تر است.

$\uparrow B \propto I \uparrow$

❖ هرچقدر به سیم حامل جریان نزدیک‌تر شویم میدان مغناطیسی قوی‌تر خواهد شد.

$\uparrow B \propto \frac{1}{r \downarrow}$

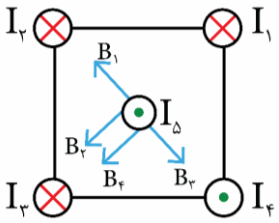
❖ میدان مغناطیسی در نقاطی که به یک فاصله از سیم قرار دارند یکسان است.

$r_1 = r_2 \rightarrow B_1 = B_2$

پاسخ تشریحی:

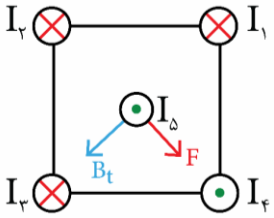
ابتدا با قاعدهٔ دست راست جهت میدان هریک از سیم‌ها را در مرکز مربع مشخص می‌کنیم:

B_1 و B_3 یکدیگر را خنثی می‌کنند، پس میدان مغناطیسی برایند برابر است با:



$B_t = 10 + 10 = 20T$

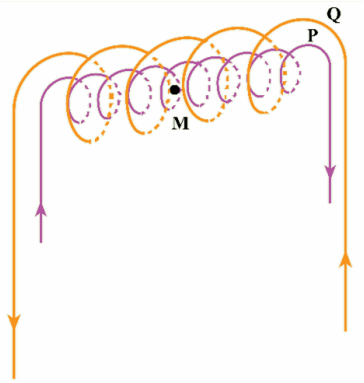
حال با قاعدهٔ دست راست جهت نیروی وارد بر سیم I_5 را مشخص می‌کنیم.



$F = BIL\sin\theta = 20 \times 2 \times 5 \times 10^{-3} \sin 90 = 0/2N$

گروه آموزشی ماز

۲۲- در شکل زیر، دو سیملولهٔ P و Q هم‌محورند و برایند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطهٔ M صفر است. تعداد دورهای سیملولهٔ P دو برابر تعداد دورهای سیملولهٔ Q است و طول سیملولهٔ P و Q به‌ترتیب ۳۰cm و ۴۰cm می‌باشد. اگر اختلاف جریان عبوری از دو سیملوله ۲/۵A باشد، جریان عبوری از سیملوله Q چند آمپر است؟



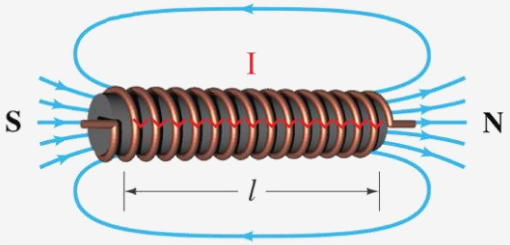
۱) ۱/۵
۲) ۳/۵
۳) ۴
۴) ۶

www.biomaze.ir

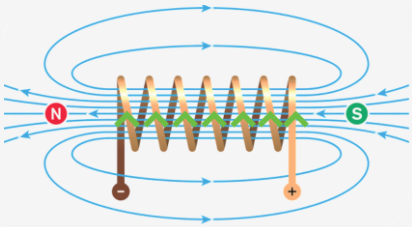
پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

میدان مغناطیسی حاصل از سیملولهٔ حامل جریان

سیملوله، سیم درازی است که به‌صورت مارپیچی بلند، پیچیده شده است. با عبور جریان الکتریکی از سیملوله در فضای اطراف آن میدان مغناطیسی به‌وجود می‌آید.



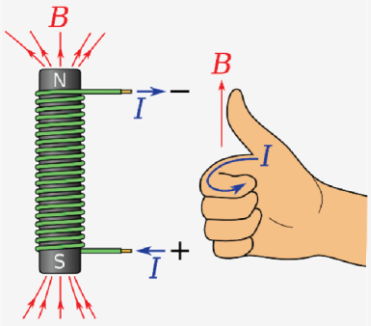
خط‌های میدان در داخل سیملوله، به‌ویژه در نقطه‌های نسبتاً دور از لبه‌های آن، تقریباً موازی و هم‌فاصله‌اند و این، نشانگر یکنواخت بودن میدان مغناطیسی درون سیملوله است.



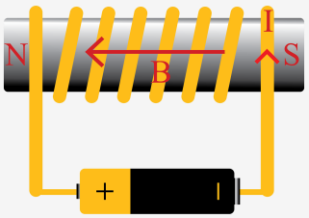
خط‌های میدان داخل سیملوله بسیار متراکم‌تر از خط‌های میدان در خارج آن است و این نشانگر بزرگ‌تر بودن میدان در داخل سیملوله است.

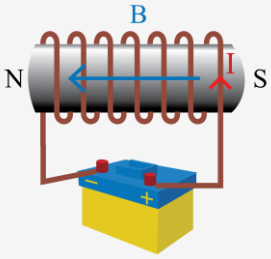
تعیین جهت میدان مغناطیسی سیملوله:

جهت میدان مغناطیسی سیملوله به کمک قاعدهٔ دست راست که در شکل نشان داده شده است تعیین می‌شود:



مثال از تعیین جهت میدان مغناطیسی سیملوله:





سیملولهٔ آرمانی

اگر قطر حلقه‌های سیملوله در مقایسه با طول آن، بسیار کوچک و حلقه‌های آن، خیلی به‌هم نزدیک باشند، به این سیملوله، **سیملولهٔ آرمانی** گفته می‌شود.

میدان مغناطیسی سیملولهٔ آرمانی:

میدان مغناطیسی داخل یک سیملولهٔ آرمانی در نقطه‌های دور از لبه‌ها یکنواخت است و اندازهٔ آن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{L}$$

μ_0: تراوایی مغناطیسی خلأ $(\frac{T.m}{A})$ N: تعداد دورهای سیملوله

www.biomaze.ir
AzmonVIP

I: جریان عبوری از سیملوله　　L: طول سیملوله

صورت دوم میدان مغناطیسی سیملولهٔ آرمانی:

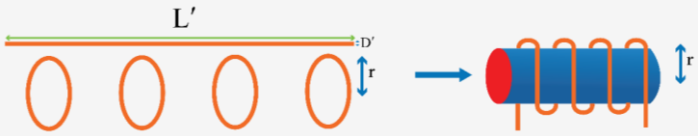
$$n=\frac{N}{L}\rightarrow B=\mu_{\circ}nI$$

L: طول سیملوله　　n: تعداد دورها در واحد طول سیملوله

N: تعداد دورهای سیملوله

محاسبهٔ تعداد حلقه‌های سیملوله:

$$N=\frac{L'}{۲\pi r}$$



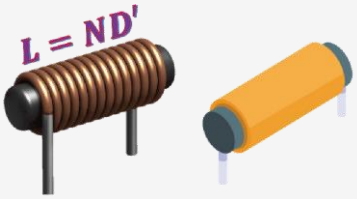
N: تعداد دورهای سیملوله　　L' : طول سیم

r: شعاع سیملوله (حلقه‌ها)　　D' : قطر (ضخامت) سیم

صورت دیگر میدان مغناطیسی سیملولهٔ منظم:

سیملوله‌ای که بین حلقه‌ها هیچ فاصله‌ای نباشد و حلقه‌ها روی هم قرار نگرفته باشند.

این رابطه فقط برای میدان سیملولهٔ منظم است $\rightarrow B=\frac{\mu_{\circ}I}{D'}\rightarrow L=ND'$



I: جریان عبوری از سیملوله　　D' : قطر (ضخامت) سیم

عوامل مؤثر بر میدان مغناطیسی سیملوله:

جریان عبوری از سیملوله: هرچقدر جریان بیش‌تری از سیملوله عبور کند میدان مغناطیسی آن قوی‌تر است.

$$B\propto I$$

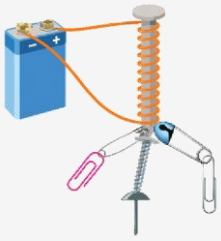
تعداد دور در واحد طول سیملوله: هرچقدر تعداد دورها در واحد طول سیملوله بیش‌تر باشد میدان مغناطیسی سیملوله قوی‌تر خواهد شد.

$$B\propto n$$

❖ میدان مغناطیسی سیملوله به تعداد حلقه‌ها و طول سیملوله به‌تنهایی بستگی ندارد و با نسبت آن‌ها، یعنی $\frac{N}{L}$ رابطهٔ مستقیم دارد.

❖ وجود هستهٔ آهنی باعث تقویت میدان مغناطیسی سیملوله می‌شود. میدان مغناطیسی سیملوله بدون هستهٔ آهنی به‌قدری ضعیف است که در عمل کاربردهای کمی دارد.

آهنربای الکتریکی سیملوله با هستهٔ آهنی:



وقتی جریانی در سیملوله برقرار می‌شود، میدان مغناطیسی سیملوله، در هستهٔ آهنی خاصیت مغناطیسی القا می‌کند و هستهٔ آهنی، آهنربا می‌شود. این آهنربا را آهنربای الکتریکی می‌نامند.

آهنربای الکتریکی صنعتی شامل پیچه‌ای حامل جریان است که تعداد دور سیم زیادی دارد و میدان مغناطیسی حاصل از آن قادر است مقدار زیادی میله‌های فولادی و دیگر قراضه‌های آهنی را بلند کند.

پاسخ تشریحی:

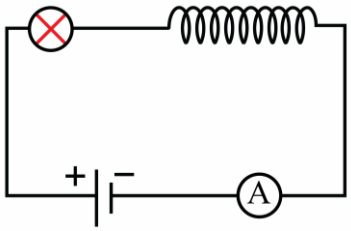
چون میدان خالص صفر است باید میدان‌های حاصل از دو سیملوله هم‌اندازه باشند:

$$N_P=۲N_Q\ ,\ L_P=۳۰cm\ ,\ L_Q=۴۰cm$$

$$B_P=B_Q\rightarrow\frac{\cancel{\mu_{\circ}}N_PI_P}{L_P}=\frac{\cancel{\mu_{\circ}}N_QI_Q}{L_Q}\rightarrow\frac{۲\cancel{N_Q}I_P}{۳۰}=\frac{\cancel{N_Q}I_Q}{۴۰}\rightarrow I_P=\frac{۳}{۸}I_Q$$

$$I_Q-I_P=۲/۵\rightarrow I_Q-\frac{۳}{۸}I_Q=۲/۵\rightarrow I_Q=۴A$$

۲۳- در مدار زیر تعداد دورها در واحد طول سیملوله $۲۵۰۰\,m^{-۱}$ می‌باشد. اگر میدان مغناطیسی سیملوله ۱۵۰G و انرژی ذخیره‌شده در آن ۰/۵J باشد، ضریب القاوری سیملوله چند هانری است؟ $(\mu_۰ = ۱۲\times۱۰^{-۷}\ \frac{T.m}{A})$



۱) ۰/۰۲
۲) ۰/۲
۳) ۰/۰۴
۴) ۰/۴

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

انرژی ذخیره‌شده در القاگر

هرگاه از سیملوله‌ای با ضریب القاوری L، جریان I عبور کند، برای محاسبهٔ انرژی ذخیره‌شده در القاگر، می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲$$

L: ضریب القاوری برحسب هانری (H)
I: جریان عبوری از القاگر یا سیملوله برحسب آمپر
U: انرژی ذخیره‌شده در القاگر برحسب ژول

پاسخ تشریحی:

تعداد دورها در واحد طول: $\frac{N}{L} = ۲۵۰۰$

$$B = \mu_۰ \frac{N}{L} I \rightarrow ۱۵۰\times۱۰^{-۴} = ۱۲\times۱۰^{-۷}\times۲۵۰۰ I \rightarrow I = ۵A$$

$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \rightarrow ۰/۵ = \frac{۱}{۲}L\times۵^۲ \rightarrow L = ۰/۰۴H$$

گروه آموزشی ماز

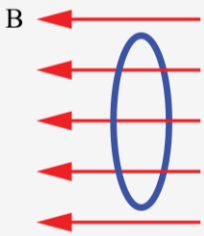
۲۴- بردار میدان مغناطیسی در یک محیط، در SI به‌صورت $\vec{B} = ۵\vec{i} + ۱۲\vec{j}$ است. اگر در آن محیط، سطح یک حلقهٔ دایره‌ای‌شکل به قطر ۲۰cm عمود بر محور y باشد، شار مغناطیسی عبوری از آن چند وبر است؟ $(\pi \simeq ۳)$

۱) ۰/۱۵ ۲) ۰/۳۶ ۳) ۰/۳۹ ۴) ۱/۴۴

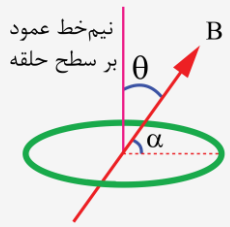
پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

شار مغناطیسی

مجموعهٔ خطوط میدان مغناطیسی که از یک سطح بسته می‌گذرد را **شار مغناطیسی** می‌گویند.



شار مغناطیسی کمیتی نرده‌ای است و برای میدان مغناطیسی یکنواخت B که از پیچه‌ای با مساحت معیّن A می‌گذرد به‌صورت زیر تعریف می‌شود:



$$\varphi = BA\cos\theta$$

φ: شار مغناطیسی (وِبِر Wb)
B: میدان مغناطیسی (تسلا T)
A: مساحت پیچه ($m^۲$)
θ: زاویهٔ بین بردار میدان مغناطیسی و نیم‌خط عمود بر سطح حلقه

AzmonVIP
www.biomaze.ir

اگر در سؤالی زاویهٔ میدان و سطح حلقه (یعنی α) داده شد، باید ابتدا آن را از ۹۰ کم کنید و در رابطه قرار دهید:

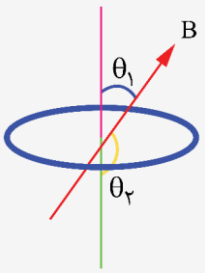
$\cos\theta = \sin\alpha$ یا $\theta = ۹۰ - \alpha$

یکای شار مغناطیسی در SI وبر (Wb) است.

$\varphi = BA\cos\theta$

$۱Wb = ۱T \times ۱m^۲$

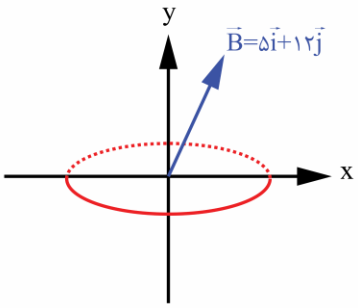
همواره دو جهت برای رسم نیم‌خط عمود بر سطح معیّن وجود دارد که علامت شار مغناطیسی عبوری از این سطح نیز به انتخاب این جهت بستگی دارد؛ یعنی برحسب انتخاب زاویه θ ، شار عبوری از سطح ممکن است مثبت یا منفی شود. پس در انتخاب این زاویه دقت کنید که در حل یک مسئله، نیم‌خط عمود بر سطح را در هر جهتی درنظر گرفتید تا پایان آن را تغییر ندهید.



پاسخ تشریحی:

$A = \pi r^۲ = ۳ \times (۱۰ \times ۱۰^{-۲} m)^۲ = ۰/۰۳ m^۲$

طبق رابطهٔ شار مغناطیسی ($\varphi = AB\cos\theta$) مؤلفه‌ای از میدان که در راستای محور x قرار دارد از حلقه عبور نمی‌کند. پس برای محاسبهٔ شار، فقط مؤلفهٔ j که با نیم‌خط عمود بر حلقه، زاویهٔ صفر می‌سازد را محاسبه می‌کنیم:



$\varphi = AB\cos\theta = ۰/۰۳ \times ۱۲ \times \cos ۰ = ۰/۳۶ Wb$

گروه آموزشی ماز

۲۵- یک پیچهٔ ۲۰۰ حلقه‌ای درون میدان مغناطیسی ۰/۵T طوری قرار گرفته که زاویهٔ میدان و سطح پیچه ۵۳ درجه می‌باشد. اگر مساحت پیچه با آهنگ $۲۵ \frac{cm^۲}{s}$ کاهش یابد، نیروی محرکهٔ القایی به‌وجود آمده در پیچه چند ولت است؟ ($\cos ۵۳^\circ = \sin ۳۷^\circ = ۰/۶$)

۱) ۰/۱۵ ۲) ۰/۲ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

قانون القای الکترومغناطیسی فاراده

هرگاه شار مغناطیسی‌ای که از مدار بسته‌ای می‌گذرد تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است؛ یعنی هرچه آهنگ تغییر شار مغناطیسی بیش‌تر باشد، نیروی محرکهٔ القایی و درنتیجه جریان القایی تولیدشده در مدار بیش‌تر خواهد بود.

قانون فاراده برای پیچه یا سیملوله‌ای که از N دور مشابه تشکیل شده باشد طبق رابطهٔ زیر بیان می‌شود:

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

$\bar{\varepsilon}$: نیروی محرکهٔ القایی متوسط برحسب ولت

N: تعداد حلقه‌ها

$\Delta\varphi$: تغییر شار مغناطیسی

Δt : زمان تغییر شار

$\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$: آهنگ تغییر شار مغناطیسی برحسب وبر بر ثانیه

www.biomaze.ir

AzmonVIP

$$\begin{cases} \text{اگر فقط میدان مغناطیسی تغییر کند:}\ \bar{\varepsilon} = -NA\dfrac{\Delta B}{\Delta t}\cos\theta \\ \text{اگر فقط مساحت تغییر کند:}\ \bar{\varepsilon} = -N\dfrac{\Delta A}{\Delta t}B\cos\theta \\ \text{اگر فقط زاویه تغییر کند:}\ \varepsilon = -NAB\dfrac{(\cos\theta_۲ - \cos\theta_۱)}{\Delta t} \end{cases}$$

اگر مقاومت پیچه یا سیملوله برابر R باشد، جریان القایی متوسط در آن از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$$

$\bar{\varepsilon}$: نیروی محرکهٔ القایی متوسط برحسب ولت R: مقاومت پیچه یا سیملوله

هرچه مقاومت پیچه یا مداری که در آن شار مغناطیسی تغییر می‌کند بیش‌تر باشد، جریان کوچک‌تری در آن القا می‌شود.

پاسخ تشریحی:

در صورت سؤال، زاویهٔ میدان و سطح پیچه داده شده است، پس زاویهٔ میدان و نیم‌خط عمود بر سطح پیچه ۳۷ درجه است:

$$\theta = ۹۰ - ۵۳ = ۳۷$$

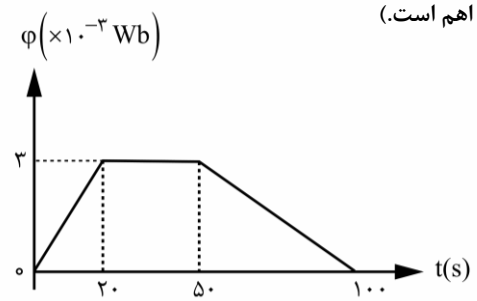
آهنگ تغییر مساحت: $\dfrac{\Delta A}{\Delta t} = -۲۵\dfrac{cm^۲}{s} = -۲۵\times۱۰^{-۴}\dfrac{m^۲}{s}$

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \xrightarrow{\text{فقط مساحت تغییر کرده است}} \varepsilon = -NB\cos\theta\times\frac{\Delta A}{\Delta t}$$

$$\rightarrow \varepsilon = -۲۰۰\times۰/۵\times\cos۳۷\times(-۲۵\times۱۰^{-۴}) \rightarrow \varepsilon = ۰/۲V$$

گروه آموزشی ماز

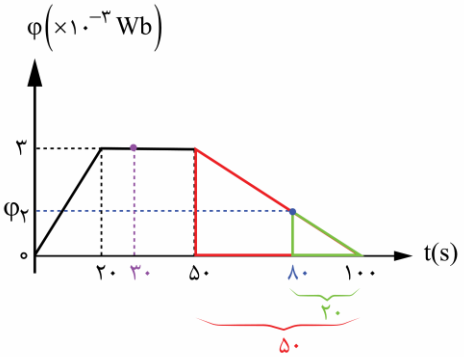
۲۶- تغییرات شار مغناطیسی گذرنده از هر حلقهٔ یک پیچه برحسب زمان مطابق شکل است. اگر پیچه ۲۰۰۰ حلقه داشته باشد، اندازهٔ جریان القایی متوسط در پیچه در بازهٔ زمانی $t = ۳۰s$ تا $t = ۸۰s$ چند میلی‌آمپر است؟ (مقاومت هر دور پیچه برابر ۰/۰۳ اهم است.)



۱) $۱/۲\times۱۰^{-۳}$
۲) $۷/۲\times۱۰^{-۲}$
۳) ۷۲
۴) ۱/۲

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:



در لحظهٔ $t_۱ = ۳۰s$، شار $\varphi_۱ = ۳\times۱۰^{-۳}Wb$ است. حال با تشابه مثلث‌های سبزرنگ و قرمزرنگ شار را در $t_۲ = ۸۰s$ به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۲۰}{۵۰} = \frac{\varphi_۲}{۳\times۱۰^{-۳}} \rightarrow \varphi_۲ = ۱/۲\times۱۰^{-۳}Wb$$

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -۲۰۰۰\times\frac{۱/۲\times۱۰^{-۳} - ۳\times۱۰^{-۳}}{۸۰-۳۰} = \frac{(-۲۰۰۰)\times(-۱/۸\times۱۰^{-۳})}{۵۰}$$

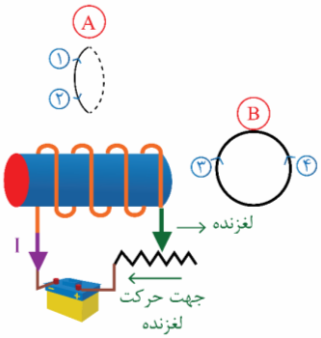
$$\rightarrow \varepsilon = ۷/۲\times۱۰^{-۲}V$$

مقاومت هر دور پیچه برابر $۰/۰۳\Omega$ است؛ بنابراین مقاومت کل پیچه برابر $۲۰۰۰\times۰/۰۳ = ۶۰\Omega$ است. حال برای محاسبهٔ جریان القایی متوسط در پیچه می‌توان نوشت:

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{۷/۲\times۱۰^{-۲}}{۶۰} = ۱/۲\times۱۰^{-۳}A = ۱/۲mA$$

گروه آموزشی ماز

۲۷- در شکل زیر لغزندهٔ رئوستا را به سمت چپ حرکت می‌دهیم. جهت جریان القایی در حلقه‌های A و B به‌ترتیب کدام است؟



۱) جهت (۱)، جهت (۴)

۲) جهت (۱)، در حلقهٔ B جریان القا نمی‌شود.

۳) جهت (۲)، جهت (۴)

۴) جهت (۲)، در حلقهٔ B جریان القا نمی‌شود.

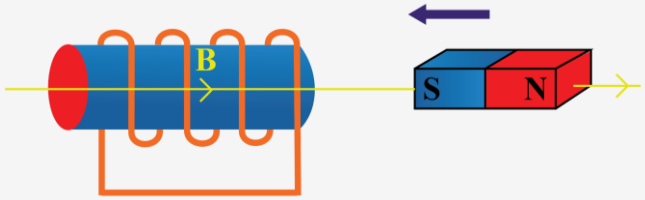
پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۳)

قانون لنز

جریان حاصل از نیروی محرکهٔ القایی در یک مدار یا پیچه در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به‌وجودآورندهٔ جریان القایی، یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند. علامت منفی در فرمول لنز-فاراده نشان‌دهندهٔ همین مخالفت است.

روش تعیین جهت جریان القایی در یک پیچه یا در هر مدار بستهٔ دیگر

گام اول: ابتدا جهت میدان مغناطیسی‌ای که توسط یک عامل خارجی ایجاد شده است را در مرکز حلقه یا سیملوله تعیین کنید.



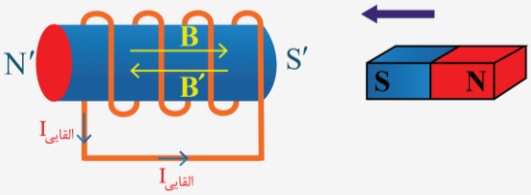
گام دوم: مشخص کنید شار مغناطیسی درحال افزایش است یا کاهش $\uparrow \varphi = A \uparrow B\cos\theta$

گام سوم:

۱- **اگر شار مغناطیسی درحال افزایش بود،** میدان مغناطیسی القایی در خلاف جهت میدان مغناطیسی اصلی به‌وجود می‌آید تا با افزایش شار مخالفت کند.

۲- **اگر شار مغناطیسی درحال کاهش بود،** میدان مغناطیسی القایی هم‌جهت با میدان اصلی به‌وجود می‌آید تا با کاهش شار مخالفت کند.

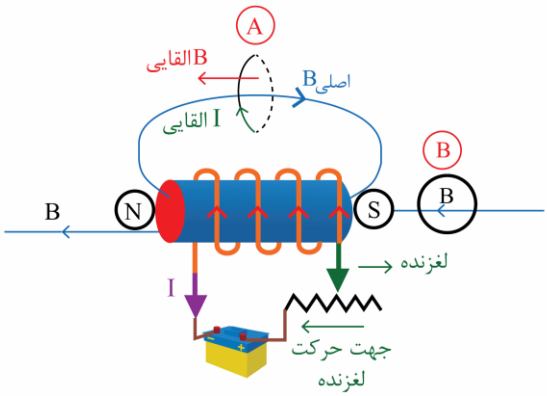
گام چهارم: با توجه به جهت میدان مغناطیسی القایی به کمک قاعدهٔ دست راست جهت جریان القایی را در حلقه یا سیموله مشخص کنید.



پاسخ تشریحی:

ابتدا جهت میدان ناشی از سیملوله را در مکان هریک از حلقه‌ها مشخص می‌کنیم.

چون هیچ میدانی از حلقهٔ B عبور نمی‌کند شار عبوری از این حلقه صفر است و جریانی در آن القا نمی‌شود.



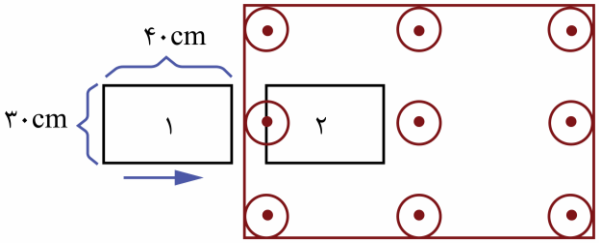
www.biomaze.ir
AzmonVIP

با حرکت لغزنده به سمت چپ، طول مقاومت کم‌تر شده و جریان مدار افزایش می‌یابد و به همین علت، میدان مغناطیسی و شار عبوری از حلقه A افزایش می‌یابد. پس میدان القایی به‌وجودآمده در حلقهٔ A، خلاف جهت میدان اصلی یعنی به سمت چپ خواهد بود. پس طبق قاعدهٔ دست راست جهت جریان القایی در این حلقه در جهت (۱) است.

$$\downarrow R=\frac{\rho L\downarrow}{A}\Rightarrow\uparrow I=\frac{\varepsilon}{R\downarrow}\Rightarrow\uparrow B=\frac{\mu.NI\uparrow}{L}\Rightarrow\uparrow\varphi=\uparrow BA\cos\theta$$

گروه آموزشی ماز

۲۸- یک قاب رسانای مستطیل‌شکل به ابعاد ۳۰cm×۴۰cm وارد میدان مغناطیسی برون‌سویی به‌اندازهٔ ۰/۲T شده و سپس از آن خارج می‌شود. اگر ورود کامل قاب به میدان (حرکت از موقعیت (۱) تا (۲)) ۶ms طول بکشد، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در این مدت چند ولت است و جهت جریان القایی به‌وجودآمده در قاب در چه جهتی است؟



۱) ۳ – ساعتگرد
۲) ۳ – پادساعتگرد
۳) ۴ – ساعتگرد
۴) ۴ – پادساعتگرد

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

پاسخ تشریحی:

در حالت (۱) حلقه درون میدان مغناطیسی قرار ندارد؛ بنابراین شار عبوری از آن در این لحظه صفر است:

$$\varphi_1=0$$

$$\varphi_2=AB\cos\theta=(0/3\times0/4)\times0/2\times\cos0=24\times10^{-3}\ Wb$$

$$\varepsilon=-N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}=-1\times\frac{24\times10^{-3}}{6\times10^{-3}}=-4\rightarrow|\varepsilon|=4V$$

چون شار مغناطیسی درحال افزایش است پس میدان القایی خلاف جهت میدان اصلی می‌شود، یعنی میدان مغناطیسی القایی درون‌سو بوده و طبق قاعدهٔ دست راست، جهت جریان القایی ساعتگرد است.

گروه آموزشی ماز

۲۹- جریان متناوبی که دورهٔ آن ۰/۰۴s است از یک رسانای ۳ اُهمی عبور می‌کند. در لحظهٔ $t_1=\frac{1}{6}s$ جریان $I_1=3\sqrt{3}A$ و در لحظهٔ t_2 جریان بیشینه و نیروی محرکه برابر ε است. t_2 و ε به‌ترتیب از راست به چپ برحسب SI کدام می‌تواند باشد؟

۱) ۱۸ – ۰/۰۶
۲) ۲ – ۰/۰۶
۳) ۱۸ – ۰/۰۷
۴) ۲ – ۰/۰۷

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

انواع جریان

- **جریان مستقیم**

جریانی که با گذشت زمان تغییر نمی‌کند.

- **جریان متناوب**

جریانی که در آن ولتاژ و جریان با گذشت زمان به‌طور سینوسی تغییر می‌کند.

تمامی نیروگاه‌های تولید برق در دنیا و ازجمله ایران، جریان متناوب تولید می‌کنند که تابعی سینوسی از زمان است و به همین دلیل جریان متناوب سینوسی نامیده می‌شود.

جهت جریان در مدار جریان مستقیم معیّن است ولی در مدار جریان متناوب، به‌دلیل تغییر جهت جریان با گذشت زمان، نمی‌توان جهت معیّنی را برای آن درنظر گرفت.

جریان متناوب سینوسی متداول‌ترین نوع جریان متناوب است.

دوره (زمان تناوب)

زمان یک دور چرخش کامل پیچه را دوره یا زمان تناوب می‌نامند. با تغییر شار مغناطیسی، جریانی که در پیچه القا می‌شود از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

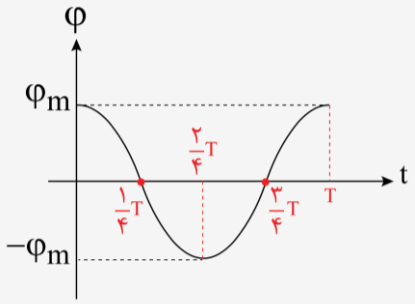
معادلهٔ جریان برحسب زمان:

$$I=I_m\sin\frac{2\pi}{T}t$$

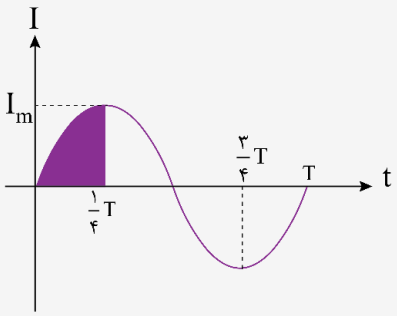
معادلهٔ شار برحسب زمان:

$$\varphi = BA\cos\frac{۲\pi}{T}t$$

نمودار شار برحسب زمان در یک دوره



نمودار جریان متناوب سینوسی در یک دوره



پاسخ تشریحی:

ابتدا معادلهٔ جریان را می‌نویسیم و $t_۱ = \frac{۱}{۶}s$ را در آن قرار می‌دهیم:

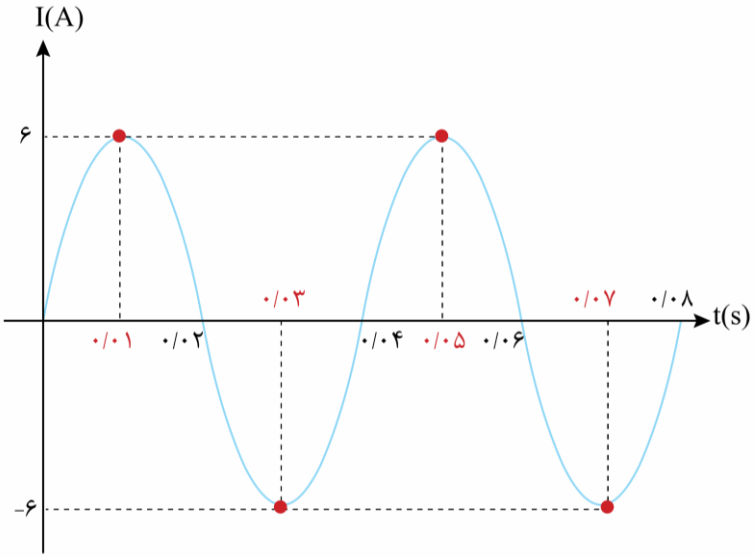
$$I = I_m \sin(\frac{۲\pi}{T}t) \xrightarrow[I_۱=۳\sqrt{۳}]{t_۱=\frac{۱}{۶}} ۳\sqrt{۳} = I_m \sin(\frac{۲\pi}{۰/۰۴}\times\frac{۱}{۶})$$

$$\rightarrow ۳\sqrt{۳} = I_m \sin(\frac{۲۵\pi}{۳}) \rightarrow ۳\sqrt{۳} = I_m \times \frac{\sqrt{۳}}{۲} \rightarrow I_m = ۶A$$

$$\rightarrow I_m = \frac{\varepsilon_m}{R} \rightarrow ۶ = \frac{\varepsilon_m}{۳} \rightarrow \varepsilon_m = ۱۸V$$

می‌دانیم در لحظه‌ای که جریان، بیشینه است، نیروی محرکه هم بیشینه بوده ولی شار صفر است. پس در لحظهٔ $t_۲$ نیروی محرکه ۱۸V است.

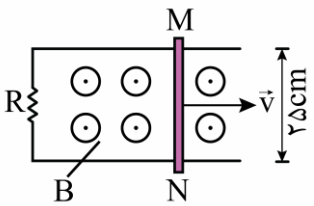
نمودار جریان-زمان را برای دو دوره رسم می‌کنیم.



همان‌طور که مشخص است در لحظات مشخص‌شده (قرمزرنگ) اندازهٔ جریان، بیشینه است که در گزینه‌ها فقط ۰/۰۷s وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

۳۰- در شکل زیر، رسانای U شکل به مقاومت $R=۰/۲\Omega$ در میدان مغناطیسی یکنواخت $B=۰/۱T$ قرار دارد. میلهٔ رسانا روی آن با تندی ثابت v در حرکت است. اگر جریان القایی $I=۰/۵A$ باشد، چه تعداد از عبارت‌های زیر در رابطه با آن صحیح است؟



الف: تندی حرکت میله برابر $۴\frac{m}{s}$ است.

ب: جهت جریان القایی در میله از طرف M به N است.

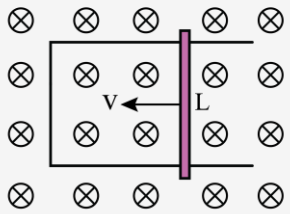
پ: نیروی مغناطیسی واردشده بر میله به طرف چپ است.

۱) صفر
۲) ۱
۳) ۲
۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ مفهومی / محاسباتی ـ ۱۱۰۳)

نیروی محرکهٔ القایی در میلهٔ متحرک در میدان مغناطیسی

هرگاه مطابق شکل، میله‌ای به طول L در میدان مغناطیسی یکنواخت B با تندی ثابت v حرکت کند، شار عبوری از آن تغییر کرده و اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی در دو سر میله از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:



$$\varepsilon = BvL$$

پاسخ تشریحی:

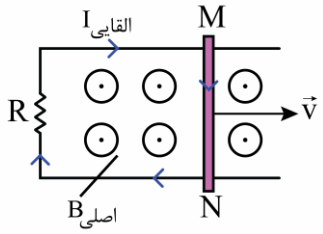
بررسی موارد:

الف:

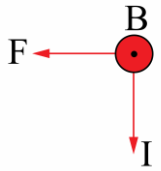
$$I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow ۰/۵ = \frac{\varepsilon}{۰/۲} \Rightarrow \varepsilon = ۰/۱\ V$$

$$\varepsilon = Bvl \Rightarrow ۰/۱ = ۰/۱ \times v \times ۰/۲۵ \Rightarrow v = ۴\frac{m}{s}$$ (✓)

ب: با توجه به این‌که مساحت قاب درحال افزایش است؛ بنابراین شار عبوری از قاب درحال افزایش است. پس جهت میدان القایی در خلاف جهت میدان اصلی است، یعنی میدان القایی باید درون‌سو باشد، پس جهت جریان القایی در قاب، ساعتگرد است و جریان در میله از M به N است. (✓)



پ: با توجه به جهت جریان در میله، به کمک قاعدهٔ دست راست، نیروی مغناطیسی وارد بر میله به سمت چپ است. (✓)



جمع‌بندی آزمون: خب حالا بریم کل مباحث این آزمون رو به‌صورت نمودار درختی مرور کنیم...

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

- **جریان الکتریکی**
  - الکترون‌ها چه در غیاب میدان و چه در حضور میدان به‌طور زیگزاگ و اتفاقی حرکت می‌کنند، اما در غیاب میدان، برایند حرکت زیگزاگی الکترون‌های آزاد در هر مقطع دلخواهی از رسانا صفر است ولی در حضور میدان، میدان الکتریکی به حرکت کاتوره‌ای الکترون‌ها جهت می‌دهد و باعث می‌شود الکترون‌ها با سرعت متوسطی به نام «سرعت سوق» در خلاف جهت میدان الکتریکی جابه‌جا شوند.
  - **جریان الکتریکی متوسط**: بار شارش‌شده در واحد زمان را شدت جریان الکتریکی متوسط می‌گویند. اگر بار خالص Δq در مدت Δt از مقطعی از رسانا عبور کند، جریان الکتریکی متوسط آن از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:
    $$\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$
  - **نمودار بار الکتریکی-زمان**: شیب خط مماس بر نمودار $q - t$ در هرلحظه از زمان، برابر جریان الکتریکی در همان لحظه است.
  - **نمودار جریان-زمان**: در نمودار جریان-زمان، مساحت ناحیهٔ بین نمودار و محور زمان، نشان‌دهندهٔ بار خالص عبوری می‌باشد. مساحت‌های بالای محور زمان را مثبت و مساحت‌های زیر محور زمان را منفی می‌گیریم.
- **مقاومت الکتریکی و قانون اهم**: مقاومت الکتریکی قطعه را به‌صورت نسبت اختلاف پتانسیل دو سر رسانا به شدت جریان عبوری از رسانا تعریف می‌کنند و با نماد R نشان داده می‌شود و یکای آن «ولت بر آمپر (اهم Ω)» است.
  $$R = \frac{V}{I}$$
- **عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی**: رابطهٔ $R = \rho\frac{L}{A}$ ، رابطهٔ ساختاری مقاومت است:
  - L : طول رسانا برحسب متر (m) و A : سطح مقطع رسانا برحسب متر مربع (m^2) .
  - ρ : مقاومت ویژهٔ رسانا برحسب اهم‌متر (Ωm) که فقط به جنس رسانا بستگی دارد (البته در دمای ثابت).
  - اگر چگالی دادند:
    $$R = \rho\rho'\frac{L^2}{m}$$
    m: جرم رسانا (kg) و ρ': چگالی $(\frac{kg}{m^3})$

www.biomaze.ir

AzmonVIP

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

نیروی محرکهٔ الکتریکی و مدارها

نیروی محرکهٔ الکتریکی

کاری که منبع نیروی محرکهٔ الکتریکی روی واحد بار الکتریکی مثبت انجام می‌دهد تا آن را از پایانهٔ با پتانسیل کم‌تر به پایانهٔ با پتانسیل بیش‌تر جابه‌جا کند، اصطلاحاً نیروی محرکهٔ الکتریکی (emf) نامیده و با رابطهٔ زیر تعریف می‌شود:

$$\varepsilon = \frac{\Delta U}{\Delta q}$$

محاسبهٔ اختلاف پتانسیل دو نقطه از مدار

اگر جریان الکتریکی I در مدار برقرار باشد، از نقطهٔ اول شروع می‌کنیم و با رعایت پروتکل‌های زیر به مقصد می‌رسیم:

۱- اگر در جهت جریان I از مقاومت عبور کنیم، افت پتانسیل خواهیم داشت. (چون جریان الکتریکی از پتانسیل بیش‌تر به کم‌تر است).

۲- اگر در خلاف جهت جریان I از مقاومت عبور کنیم، افزایش پتانسیل خواهیم داشت.

۳- هنگامی‌که به یک باتری می‌رسیم بدون توجه به جهت جریان، فقط به پایانه‌ها توجه می‌کنیم. اگر از پایانهٔ مثبت مولد خارج شویم، $+\varepsilon$ و اگر از پایانهٔ منفی مولد خارج شویم، $-\varepsilon$.

مدار تک حلقه

در مدار تک حلقه، جریان حلقه برابر است با نیروی محرکهٔ باتری تقسیم بر مجموع تمام مقاومت‌های الکتریکی حلقه (مقاومت معادل حلقه به‌اضافهٔ مقاومت درونی مولد):

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \text{ و } R_e = \text{مقاومت معادل حلقه}$$

توان در مدارهای الکتریکی

انرژی گرمایی مصرفی

اگر اندازهٔ انرژی گرمایی مصرفی را با U نشان دهیم، آن‌گاه:

$$\boxed{U = qV} \text{ و } \boxed{U = VIt} \xrightarrow{V=RI} \boxed{U = RI^2t} \xrightarrow{I=V/R} \boxed{U = \frac{V^2}{R}t}$$

روابط توان مصرفی

روابط توان مصرفی در مقاومت R :

$$P = \frac{U}{t}\begin{cases} U = VIt & \Rightarrow \quad P = VI \\ U = RI^2t & \Rightarrow \quad P = RI^2 \\ U = \frac{V^2}{R}t & \Rightarrow \quad P = \frac{V^2}{R} \end{cases}$$

ولت‌سنج ایده‌آل

وسیله‌ای برای اندازه‌گیری ولتاژ یا همان اختلاف پتانسیل دو سر عنصر است و به‌صورت موازی با عنصر بسته می‌شود. مقاومت داخل ولت‌سنج ایده‌آل، خیلی‌خیلی بزرگ است و جریانی از ولت‌سنج ایده‌آل عبور نمی‌کند.

آمپرسنج ایده‌آل

وسیله‌ای برای اندازه‌گیری جریان عبوری از عنصر است و به‌صورت متوالی با عنصر بسته می‌شود. مقاومت داخل آمپرسنج ایده‌آل خیلی‌خیلی ناچیز و تقریباً صفر است (چرا؟)؛ بنابراین مثل یک سیم بدون مقاومت است.

www.biomaze.ir

AzmonVIP

جریان الکتریکی و مدارهای جریان مستقیم

ترکیب مقاومت‌ها

سری یا متوالی

جریان مقاومت‌های سری، همگی باهم برابر بوده و برابر با جریان کل مدار است؛ پس:

$$I_1 = I_2 = \cdots = I_n = I_T$$

جمع ولتاژ تک‌تک مقاومت‌های سری برابر با ولتاژ کل مدار است:

$$V_T = V_1 + V_2 + \cdots + V_n$$

$$\xrightarrow{V=RI} R_T I_T = R_1 I_1 + R_2 I_2 + \cdots + R_n I_n$$

$$\xrightarrow{\text{Iها برابراند}} R_T = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

موازی

ولتاژ مقاومت‌های موازی همگی باهم برابر بوده و برابر با ولتاژ کل مدار است:

$$V_1 = V_2 = \cdots = V_n = V_T$$

جمع جریان تک‌تک مقاومت‌های موازی، برابر با جریان کل مدار است:

$$I_T = I_1 + I_2 + \cdots + I_n \xrightarrow{I=\frac{V}{R}} \frac{V_T}{R_T} = \frac{V_1}{R_n} + \frac{V_2}{R_2} + \cdots + \frac{V_n}{R_n} \xrightarrow{\text{Vها برابراند}}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n} \xrightarrow{\text{برای دو مقاومت موازی}} R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

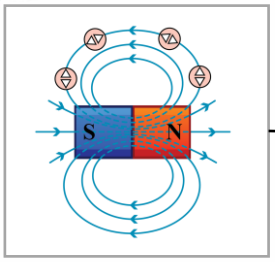
www.biomaze.ir

AzmonVIP

مغناطیس

معرفی مغناطیس، قطب‌های مغناطیسی و میدان مغناطیسی

میدان مغناطیسی در خارج آهنربا، از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شود. به شکل مقابل دقت کنید:



نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک

نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی متحرک مطابق رابطهٔ مقابل محاسبه می‌شود:

$$F = |q| vB\sin\theta$$

۱- بردار $\vec{F}$ الزاماً بر بردارهای $\vec{B}$ و $\vec{v}$ عمود است.

۲- بردار $\vec{B}$ و $\vec{v}$ هر زاویه‌ای می‌توانند باهم داشته باشند.

۳- هنگامی که $\vec{B}$ و $\vec{v}$ بر هم عمودند، نیروی مغناطیسی بیشینه می‌شود.

۴- هنگامی که $\vec{B}$ و $\vec{v}$ هم‌راستا باشند، نیروی مغناطیسی صفر می‌شود.

نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان

نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان از طرف میدان مغناطیسی مطابق رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید:

در رابطهٔ زیر، B، I و L به‌ترتیب اندازهٔ میدان، شدت جریان و طول سیم هستند و θ زاویهٔ بین جهت جریان سیم و جهت بردار میدان مغناطیسی است.

$$F = BIL\sin\theta$$

۱- اگر سیم راست حامل جریان موازی میدان مغناطیسی باشد نیروی وارد بر آن کمینه (صفر) خواهد شد و اگر سیم عمود بر میدان مغناطیسی باشد، نیروی مغناطیسی وارد بر آن بیشینه خواهد شد.

۲- بردار نیروی وارد بر سیم حتماً بر بردار میدان مغناطیسی و جهت جریان در سیم عمود است.

میدان مغناطیسی حاصل از جریان الکتریکی

در اطراف سیم راست حامل جریان الکتریکی، میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. جهت این میدان مطابق با قاعدهٔ دست راست تعیین می‌شود. برای این کار کافی است انگشت شست دست راست را در جهت جریان سیم قرار دهیم و چهار انگشت دست راست را حول آن بچرخانیم، در این صورت جهت میدان مغناطیسی در همان جهت چرخش چهار انگشت خواهد بود.

سیملوله

میدان مغناطیسی درون سیملوله از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$B = \mu_{\circ}\frac{NI}{\ell}$$

پیچه

ویژگی‌های مغناطیسی مواد

مواد پارامغناطیسی

اتم‌های مواد پارامغناطیسی، خاصیت مغناطیسی دارند؛ اما دوقطبی‌های مغناطیسی وابسته به آن‌ها، به‌طور کاتوره‌ای سمت‌گیری کرده‌اند و میدان مغناطیسی خالصی ایجاد نمی‌کنند. مواد پارامغناطیسی در حضور میدان‌های مغناطیسی قوی، خاصیت مغناطیسی ضعیف و موقت پیدا می‌کنند. اورانیم، پلاتین، آلومینیم، سدیم، اکسیژن و اکسید نیتروژن ازجمله مواد پارامغناطیسی‌اند.

مواد دیامغناطیسی

اتم‌های مواد دیامغناطیس نظیر مس، نقره، سرب و بیسموت به‌طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی‌اند؛ به عبارت دیگر، هیچ‌یک از اتم‌های این مواد، دارای دوقطبی مغناطیسی خالصی نیستند. با وجود این، حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دوقطبی‌های مغناطیسی در خلاف سوی میدان خارجی، در مواد دیامغناطیسی شود. (توسط آهنربا دفع می‌شوند.)

مواد فرومغناطیسی

- **فرومغناطیس نرم**: در میدان مغناطیسی، سریعاً آهنربا می‌شوند و در غیاب آن سریعاً خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهند.
- **فرومغناطیس سخت**: به‌سختی آهنربا می‌شوند و به‌سختی خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهند. مثل فولاد (آهن به‌اضافهٔ ۲ درصد کربن)، آلیاژهای آهن، کبالت و نیکل.

www.biomaze.ir

القا

پدیدهٔ القای الکترومغناطیسی

در حدود سال ۱۸۳۱ میلادی، دانشمندی انگلیسی به نام مایکل فاراده با انجام آزمایشی دریافت که با دور و نزدیک کردن یک آهنربا به یک پیچه متصل به گالوانومتر (آمپرسنج حساس)، عقربه آن تغییر می‌کند؛ یعنی در پیچه (سیم‌پیچ) متصل به گالوانومتر جریان الکتریکی ایجاد یا به عبارتی القا می‌شود.

دو نکتهٔ مهم:
۱- فاراده به هنگام این کشف، به‌جای آهنربای دائمی، از آهنربای الکتریکی استفاده کرد.
۲- باتری به پیچه و گالوانومتر متصل نبود.

قانون القای الکترومغناطیسی فاراده

- شار مغناطیسی: $\varphi = BA\cos\theta$
- نیروی محرکهٔ القایی: $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$
- جریان: $\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$
- توان: $P = \frac{\varepsilon^2}{R}$

قانون لنز

مطابق قانون لنز، جهت جریان القایی به‌گونه‌ای است که با تغییر شار مغناطیسی مخالفت کند.

اگر شار عبوری از حلقه درحال افزایش باشد، جهت جریان القایی در حلقه به‌گونه‌ای خواهد بود که در قسمتی از حلقه که نزدیک سیم است، جهت آن با جهت جریان سیم مخالف باشد (به عبارت دیگر میدان القایی در خلاف جهت میدان اصلی ایجاد می‌شود.)

اگر شار عبوری از حلقه درحال کاهش باشد، جهت جریان القایی در آن به‌گونه‌ای خواهد بود که در قسمتی از حلقه که نزدیک سیم راست است، جهت آن با جهت جریان سیم موافق باشد. (به عبارت دیگر میدان القایی در جهت میدان اصلی ایجاد می‌شود.)

القاگر

القاگر آرمانی یک سیملوله با مقاومت الکتریکی ناچیز است که با عبور جریان الکتریکی از آن، درون آن انرژی ذخیره می‌شود. القاگر آرمانی فقط می‌تواند انرژی را در خود ذخیره کنید یا آن را آزاد کند ولی انرژی را مصرف نمی‌کند.

- خودالقاوری
- انرژی ذخیره‌شده در القاگر: $U = \frac{1}{2}LI^2$
- جریان متناوب: $\varphi = BA\cos(\frac{2\pi}{T}t)$ و $I = I_m\sin(\frac{2\pi}{T}t)$
- مبدل

۶ دلیل که در آزمون‌ها کم تست می‌زنید!

بسیاری از دانش‌آموزان بعد از آزمون با این سوال روبه‌رو می‌شوند. در ادامه علل و راه‌حل های این موضوع را بررسی می‌کنیم.

۱ مطالبی که مطالعه کرده‌اید اندک است!

زمانی که شما تمام مباحث را به خوبی مطالعه نکرده باشید به خوبی نمی‌توانید از پس سوالات آن مبحث بربیایید.

علل : عدم برنامه‌ریزی درست، ساعت مطالعه پایین. می‌توانید به وبلاگ ماز سر بزنید و مقاله (به برنامه آزمون‌هایم نمی رسم! چکارکنم ؟) را مطالعه کنید.

۲ اعتماد به نفس پایین!

ممکن است شما حین آزمون دادن به آموخته‌های خود اعتماد نداشته باشید و سوالات را نصفه و نیمه رها کنید.

درنظر داشته باشید آزمون دادن برای یادگیری شماست، در نتیجه از آن بهترین استفاده را ببرید. برای تقویت این مورد کافی است سطح تسلط خودتان را بالا ببرید. این عمل با تست و آزمون دادن بسیار میسر می‌شود.

۳ تسلط کم!

حتما برای شماهم پیش آمده که سوالی را تا نیمه حل می‌کنید ولی نمی‌توانید آن را تمام کنید و به جواب نهایی برسید.

علل: آموزش ناقص، حل تعداد کمی تست، راه‌حل های تست‌ها و نکات مهم را به خوبی یاد نگرفته اید. برای رفع این مورد علل آن را پیدا کنید و رفعش کنید.

۴ شبیه سازی نکردن!

قبل آزمون بهتر است، شبیه‌سازی آزمون انجام بدهید.

به کمک آزمپن‌های سال‌های قبل ماز که در اپلیکیشن دیجی‌ماز قرار دارد، قبل از آزمون از خودتان آزمون بگیرید. به کمک این آزمون مشکلات مطالعاتی خودتان را پیدا و نکات مهم را یاد بگیرید.

۵ تمرکز زیاد روی آموزش و مطالعه و تست‌زنی کم!

بسیاری از دانش‌آموزان بیشتر وقت خود را صرف مطالعه و ویدیو دیدن و.. می‌کنند. درصورتی شما باید حداکثر نصف زمان را برای مطالعه و نصف دیگر را به تست‌زنی اختصاص بدهید.

۶ مواجه نشدن با ایده جدید!

بعضی سوالات در آزمون ایده جدیدی دارند. شما نمی‌توانید ایده تمام سوالات را بدانید. اما می‌توانید قبل از آزمون با حل سوالات مختلف ذهن خودتان را آموزش بدهید چطور در مواجه با سوال جدید از آن اطلاعات استفاده کنید.

۳ تا اصل مهم برای داشتن مطالعه با کیفیت!

ساعت مطالعه یا کیفیت مطالعه؟! حقیقتا کیفیت و ساعت مطالعه مکمل یکدیگر هستند اما کیفیت مهم تراست.

چه دلایلی باعث می‌شود کیفیت مطالعه ما پایین باشد؟

- مطالعه در شرایط خستگی
- عدم آگاهی از روش صحیح مطالعه دروس مختلف
- نا امیدی
- نداشتن برنامه درسی مناسب و اصولی یکنواخت
- تغذیه و خواب نامناسب
- استرس روزهای باقی‌مانده

و هزاران دلیل دیگر...

بعداز تشخیص علل کاهش کیفیت باید به سراغ راهکار برای حل این موضوع برویم. ۳ بخش اصلی وجود دارد که درادامه آن‌هارا معرفی می‌کنیم.

بخش اول: آماده سازی شرایط اولیه

دراولین مرحله لازم است نور،دما و مرتب بودن اتاقتان را تنظیم کنید. تمام مواردی که زمان مطالعه ممکن است به آن نیاز داشته باشید را درکنار خودتان قرار دهید، مانند: خودکار،کاغذ، کتاب تست، آب آشامیدنی و...

بخش دوم: آمادگی پیش از مطالعه

لازم است شما قبل از شروع به مطالعه بدانید که قرار است امروز چند صفحه مطالعه کنید. از چه کتابی و چه مبحثی و چه میزان تست بزنید. زمانی که شما برنامه‌درسی داشته باشید تکلیف روزانه خودتان را می‌دانید و یک برنامه هدفمند برای رسیدن به هدفتان دارید. نداشتن برنامه خود باعث بهم ریختن ذهن شما و نداشتن نظم می‌شود.

بخش سوم: شروع مطالعه

این قسمت ۳گام دارد که باید به ترتیب آن را اجرا کنید و سپس به سراغ مطالعه بروید.

گام اول: آماده‌سازی ذهن

قبل ازاینکه مطالعه را آغاز کنید ذهن خود را از **تفکرات اضافی** خالی کنید. یک کاغذ درکنار خود قرار بدهید و آنچه را که ذهنتان را درگیر کرده است تمام و کمال بنویسید. بعد از تمام شدن کاغذ را در گوشه ای خارج از دامنه دید خودتان قرار بدهید.

گام دوم: مطالعه فعال

مباحث را به قسمت‌های کوچک‌تری تبدیل کنید و برای هرقسمت مدت زمانی را مشخص کنید. سر زمان مطالعه را تمام کنید و درگیر وسواس مطالعاتی نشوید.

شروع به مطالعه کنید و مطالب را روزنامه‌وار مطالعه نکنید، سعی کنید مطالعه فعالی داشته‌باشید و نکات مهم را علامت بزنید. ارتباطی بین مباحث جدید و مباحث قبلی مطالعه شده را پیدا کنید. مطالب را دسته‌بندی کرده، نمودار رسم کنید.

اگر در مطالعه قسمتی مشکل دارید از دوستان،معلم و کلاس‌های کمک‌آموزشی ماز بهره ببرید. درنظر داشته باشید یاد دادن مباحث به دیگران باعث تثبیت آن در ذهنتان خواهد شد.

درس‌خواندن به تنهایی کافی نیست، باید دست به قلم شوید نمونه سوال و تست‌های زیادی را حل کنید.برای شروع بهتراست به سراغ تمرین‌های ساده‌تر بروید بعد که مفهوم اصلی را درک کردید به سراغ سوالات تست‌های سخت‌تر بروید.

ازهرتست به سادگی نگذرید. نکات مهم را استخراج د نفاط ضعف خودتان را پیدا کرده و رفع کنید. بعد از چندروز مطالعه در آزمون شرکت کنید.

قدم سوم: تنوع در مطالعه

در برنامه‌ریزی درسیتان دروس متنوعی قرار دهید، حتی تنوع در نوع مطالعه هم داشته باشید. مثلا: مطالعه درس زیست و تست‌زنی درس شیمی.

درمحیط مطالعه و حالت مطالعه خودتان نیز تنوع ایجاد کنید. سعی کنید به‌صورت یکنواخت در شرایطی قرار نگیرید. به مدت زمان مطالعه و استراحتتان پایبند باشید.

با تکرار و رعایت این نکات می‌توانید پیشرفت را در نتیجه آزمون‌های خودتان ببینید.

گروه آموزشی ماز
AzmonVIP