



نام و نام خانوادگی :

نام و نام خانوادگی :

نام درس :

پایه تحصیلی :

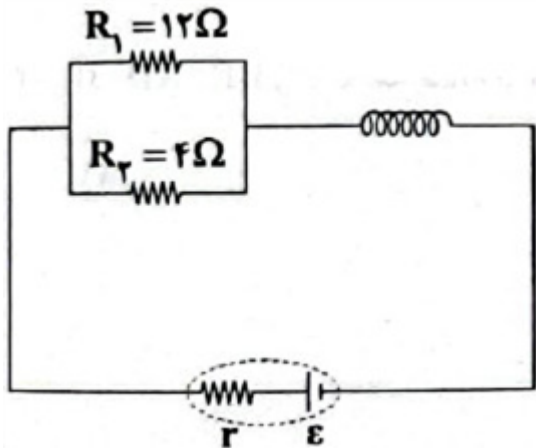
نام آموزشگاه :

نام دبیر :

عنوان آزمون : بانک تست فیزیک سال یازدهم تاریخ برگزاری ۱۴۰۴/۰۴/۳۰

تجربی (فصل ۳ مغناطیس و القای

الکترومغناطیس) در مدار شکل مقابل، اگر سیملوله در هر $0.5m$ از طول خود، ۱۰۰ حلقه داشته باشد و توان مصرفی در مقاومت 4Ω برابر با $36W$ باشد، بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله چند گاوس است؟ (مقاومت الکتریکی سیملوله ناچیز و $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$)



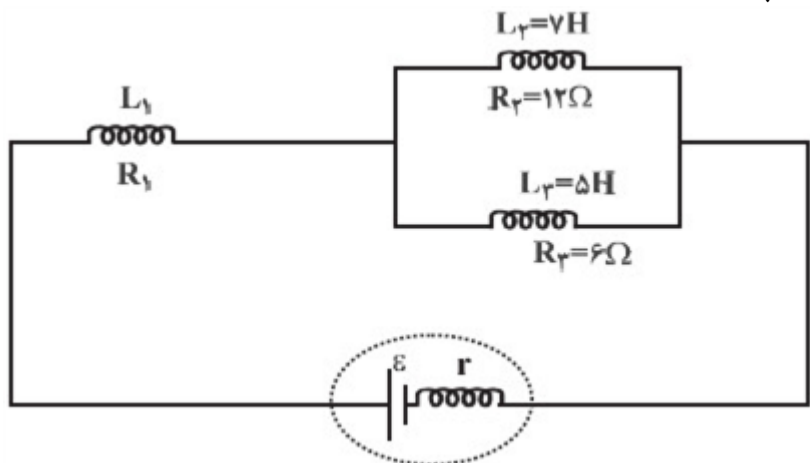
۱۰ (۴)

۵ (۳)

۲۰ (۲)

۴۰ (۱)

۲ در مدار شکل زیر، اگر انرژی ذخیره شده در سیملوله ۱، سه برابر مجموع انرژی ذخیره شده در سیملوله‌های ۲ و ۳ باشد، L_1 چند هانری است؟



$\frac{11}{9}$ (۴)

۳ (۳)

$\frac{17}{9}$ (۲)

۹ (۱)

۳ از یک سیملوله‌ی بلند که در هر سانتی‌متر طول آن ۱۰۰۰ حلقه وجود دارد، جریان متغیر $I = t^2$ می‌گذرد. یک پیچه تخت به شعاع $2cm$ که دارای ۲۰ حلقه است، عمود بر محور سیملوله داخل آن قرار می‌دهیم. بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط ایجاد شده در پیچه در بازه‌ی زمانی $t_1 = 1s$ تا $t_2 = 3s$ چند میلی‌ولت است؟

$$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}, \pi^2 \approx 10)$$

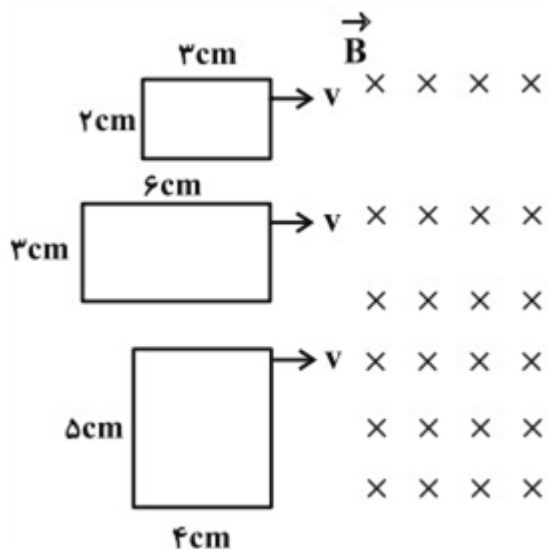
$25/6$ (۴)

۱۶ (۳)

$12/8$ (۲)

$8/8$ (۱)

۴ مطابق شکل زیر، قاب‌هایی رسانا و مستطیل شکل را با تندی ثابت v عمود بر خطوط یک میدان مغناطیسی یکنواختی عبور می‌دهیم. نسبت بیشترین نیروی محرکه‌ی القا شده در این حلقه‌ها به کمترین نیروی محرکه القا شده کدام است؟



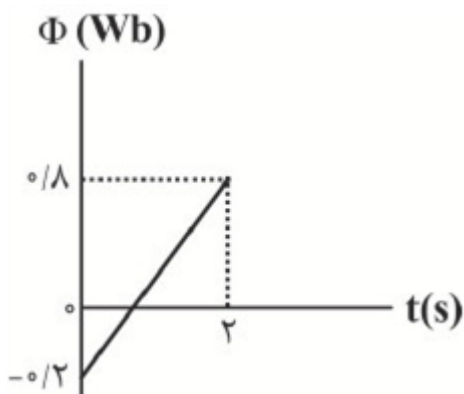
۴ $\frac{3}{2}$

۳ $\frac{5}{3}$

۲ ۲

۱ $\frac{2}{5}$

۵ نمودار شار مغناطیسی عبوری از حلقه‌ای رسانا به مقاومت الکتریکی $10\ \Omega$ برحسب زمان مطابق شکل مقابل است. بر اثر این تغییر شار، چه تعداد الکترون در مدار جاری می‌شود؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$)



۴ $12/5 \times 10^{19}$

۳ $6/25 \times 10^{17}$

۲ $6/25 \times 10^{19}$

۱ $12/5 \times 10^{17}$

۶ از مواد فرومغناطیسی سخت است که مناسب استفاده در آهنربای الکتریکی

۴ آلیاژهای آهن - نیست

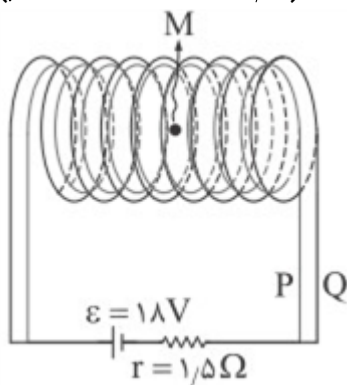
۳ آهن - نیست

۲ آلیاژهای آهن - است

۱ آهن - است

۷ در شکل زیر دو سیملوله P و Q هم‌محور هستند و طول آنها برابر 10 cm است. تعداد دورهای سیملوله p برابر 200 و تعداد دورهای سیملوله Q برابر 300 است. اگر مقاومت سیملوله Q برابر $6\ \Omega$ و سیملوله P برابر $2\ \Omega$ باشد، برایند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطه‌ی M برابر چند گاؤس است؟

$$(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A})$$



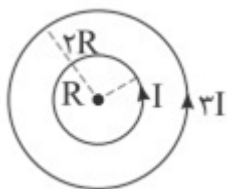
۲۸π (۴)

۶۴π (۳)

۵۴π (۲)

۳۶π (۱)

۸ در شکل زیر دو حلقه هم‌مرکز هستند. اگر حلقه‌ی کوچک‌تر را 90° بچرخانیم تا دو حلقه عمود بر هم شوند، میدان مغناطیسی خالص در مرکز حلقه‌ها چند برابر می‌شود؟



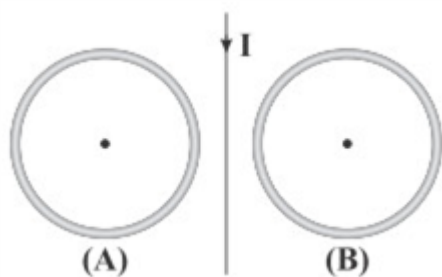
$\frac{\sqrt{13}}{5}$ (۴)

$\frac{\sqrt{13}}{7}$ (۳)

$\frac{\sqrt{3}}{3}$ (۲)

۱ (۱)

۹ در شکل زیر، جهت جریان در حلقه‌های A و B به ترتیب از راست به چپ چگونه باشد تا میدان مغناطیسی برایند در مرکز حلقه‌ها بتواند صفر شود؟ (میدان مغناطیسی هر حلقه را در خارج از آن ناچیز فرض کنید.)



۲ ساعتگرد - پادساعتگرد

۱ ساعتگرد - ساعتگرد

۴ پادساعتگرد - پادساعتگرد

۳ پادساعتگرد - ساعتگرد

۱۰ شکل زیر، خطوط میدان مغناطیسی را در مجاورت دو آهنربای میله‌ای نشان می‌دهد. با توجه به شکل زیر، کدام گزینه درست است؟



۱ آهنربای ۱ قوی‌تر از آهنربای ۲ است و x قطب S و y قطب N است.

۲ آهنربای ۱ قوی‌تر از آهنربای ۲ است و x قطب N و y قطب S است.

۳ آهنربای ۲ قوی‌تر از آهنربای ۱ است و x و y قطب‌های همنام هستند، ولی نوع آن‌ها مشخص نیست.

۴ آهنربای ۲ قوی‌تر از آهنربای ۱ است و x و y قطب‌های ناهمنام هستند، ولی نوع آن‌ها مشخص نیست.

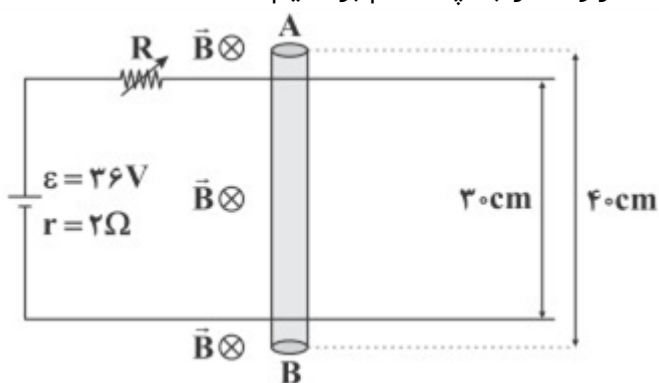
۱۱ سیمی حامل جریان $4A$ در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $10G$ قرار گرفته و راستای سیم با جهت میدان، زاویه‌ی 30° می‌سازد. اگر زاویه‌ای که سیم با خطوط میدان می‌سازد را 7° افزایش دهیم، اندازه‌ی نیروی واردشده به یک متر از این سیم از طرف میدان چند میلی نیوتون تغییر می‌کند؟ ($\sin 53^\circ = 4/5$, $\sin 37^\circ = 3/5$)

۱ $1/2$ ۲ $0/4$ ۳ $0/6$ ۴ $0/8$

۱۲ ذره‌ای نقطه‌ای به جرم $0/02$ گرم با بار الکتریکی $-4\mu C$ با سرعت $200 \frac{m}{s}$ به سمت مغرب در مسیری افقی حرکت می‌کند. جهت و اندازه‌ی میدان مغناطیسی (برحسب تسلا) که قادر است مسیر ذره را در همان جهت و افقی نگه دارد، به ترتیب از راست به چپ، مطابق با کدام گزینه است؟ ($g = 10 \frac{N}{kg}$)

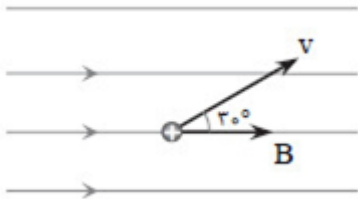
۱ شمال، $0/25$ ۲ جنوب، $0/25$ ۳ مشرق، $2/5$ ۴ مغرب، $2/5$

۱۳ در مدار شکل مقابل، تیغه‌ی فلزی AB به طول $40cm$ و مقاومت الکتریکی 10Ω ، روی سیم‌های ثابت مدار تکیه داده است و تیغه به طور کامل در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی $6T$ قرار دارد و حرکت نمی‌کند. جهت آغاز لغزش تیغه روی این سیم‌ها، باید حداقل نیرویی افقی و عمود بر تیغه به بزرگی $5/4N$ ، بر نیروی اصطکاک بین تیغه و سیم‌ها غلبه کند. برای آغاز لغزش تیغه روی سیم‌ها، مقاومت رئوستا را به چند اهم برسانیم؟



۱ ۲ ۲ $2/5$ ۳ ۳ ۴ $3/5$

۱۴ پروتونی مطابق شکل در میدان مغناطیسی یک‌نواخت به اندازه‌ی $B = 300\text{ G}$ در حرکت است. نیروی وارد بر پروتون $q = 1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$ است؟ $\frac{\text{km}}{\text{s}}$ تندی پروتون چند است. $9.6 \times 10^{-14}\text{ N}$



۲ 4×10^{-3}

۱ ۴

۴ 4×10^{-4}

۳ 4×10^{-7}

۱۵ شار مغناطیسی عبوری از یک حلقه‌ی رسانا بر حسب زمان در دستگاه SI به صورت $\Phi = 300t + \cos(50\pi t)$ است. مقاومت الکتریکی این حلقه برابر $50\ \Omega$ است. جریان الکتریکی متوسط القا شده در این حلقه از لحظه‌ی $t_1 = 0$ تا لحظه‌ی $t_2 = \frac{1}{150}\text{ s}$ برابر چند آمپر است؟

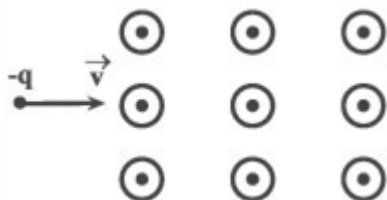
۴ ۶

۳ $4/5$

۲ ۳

۱ $1/5$

۱۶ ذره‌ی بارداری با بار $q = -10\ \mu\text{C}$ با تندی $4 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ مطابق شکل زیر، وارد میدان مغناطیسی یک‌نواختی به بزرگی 200 G می‌شود. بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر ذره چند نیوتون و مسیر حرکت آن چگونه خواهد شد؟ (از وزن ذره صرف نظر کنید.)



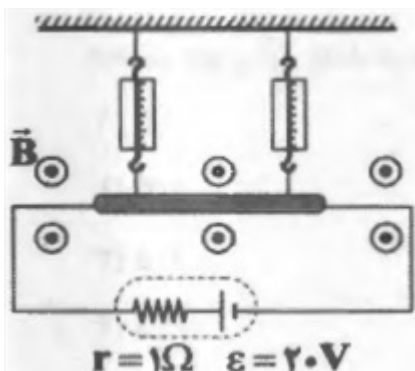
۴ 0.08 g

۳ 0.04 g

۲ 0.08 g

۱ 0.04 g

۱۷ مطابق شکل زیر، سیمی به طول 2 m و مقاومت الکتریکی $4\ \Omega$ توسط سیم‌های رابط با مقاومت ناچیز به یک باتری متصل شده است و در یک میدان مغناطیسی یک‌نواخت به بزرگی 5 G قرار دارد. اگر جرم هر متر از این سیم 2 g باشد، نیرویی که به هر یک از نیروسنج‌ها وارد می‌شود چند میلی نیوتون است؟ ($g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$)



۴ ۴۴

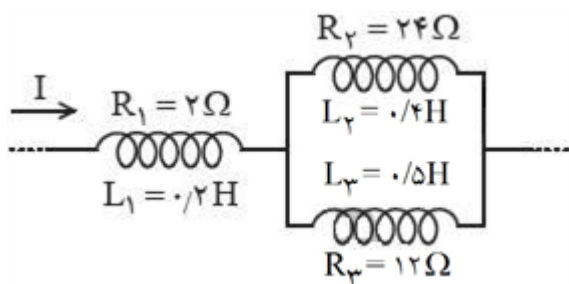
۳ ۴

۲ ۲۲

۱ ۲

۱۸

در شکل زیر سیم‌لوله‌ها دارای مقاومت الکتریکی هستند. اگر انرژی ذخیره شده در سیم‌لوله (۳) برابر با $0.9J$ باشد، در سیم‌لوله (۱) چند میلی‌ژول انرژی ذخیره می‌شود؟



۶۴ (۴)

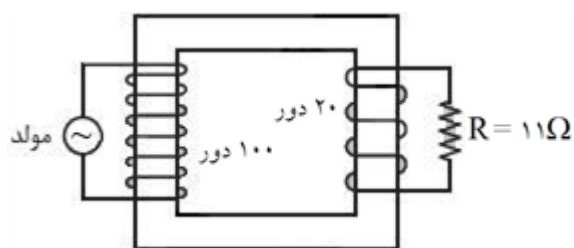
۸۱ (۳)

۵/۵۸۱ (۲)

۵/۵۶۴ (۱)

۱۹

در میدان آرمانی زیر اگر معادله ولتاژ دو سر مولد در SI به صورت $v = 220 \sin 100\pi t$ باشد، معادله شدت جریان در مقاومت R کدام است؟



$I = 10 \sin(20\pi t)$ (۴)

$I = 10 \sin(100\pi t)$ (۳)

$I = 4 \sin(100\pi t)$ (۲)

$I = 4 \sin(20\pi t)$ (۱)

۲۰

بردار سرعت یک ذره $2\mu C$ در SI به صورت $\vec{v} = 4\vec{i} - 3\vec{j}$ و بردار میدان مغناطیسی برابر $\vec{B} = -2\vec{i} + \vec{j}$ می‌باشد. بزرگی نیروی وارد بر ذره چند نیوتن است؟

4×10^{-6} (۴)

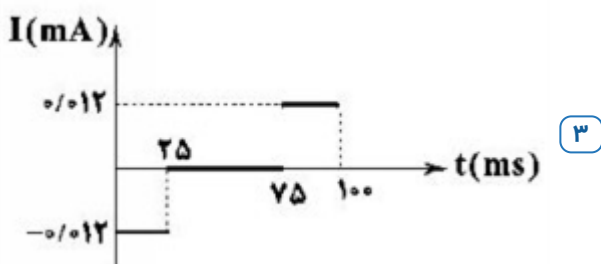
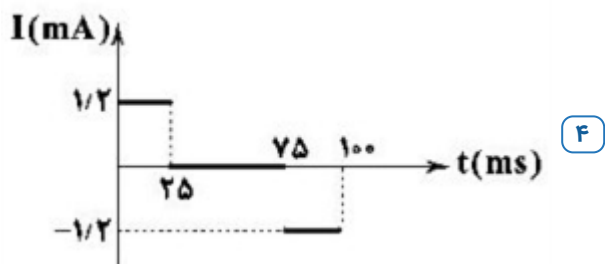
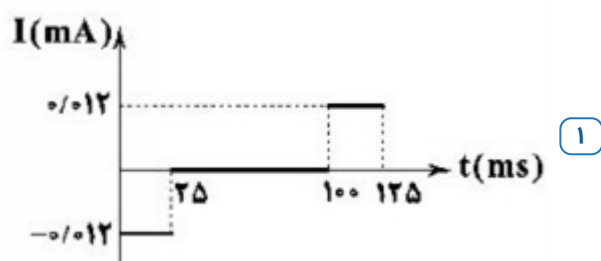
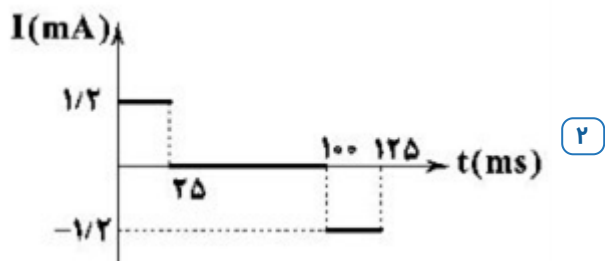
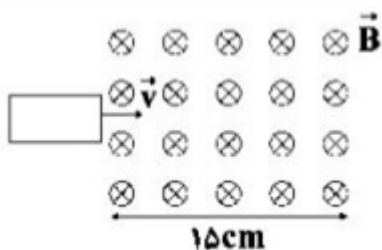
8×10^{-6} (۳)

12×10^{-6} (۲)

صفر (۱)

۲۱

مطابق شکل مقابل، قاب فلزی مستطیل‌شکلی با ۱۰ دور سیم به ابعاد $5 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$ با سرعت ثابت $2 \frac{m}{s}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی 2 G می‌شود و از طرف دیگر آن خارج می‌شود. نمودار تغییرات جریان القایی متوسطی که از حلقه می‌گذرد، بر حسب زمان کدام است؟ (مقاومت الکتریکی قاب 10Ω و جریان الکتریکی ساعتگرد، مثبت فرض شود.)



۲۲

دو سیم‌لوله‌ی آرمانی بدون هسته‌ی A و B دارای سطح مقطع و تعداد دور یکسان هستند. اگر طول سیم‌لوله‌ی A سه برابر سیم‌لوله‌ی B باشد، ضریب القاوری سیم‌لوله‌ی A چند برابر ضریب القاوری سیم‌لوله‌ی B است؟

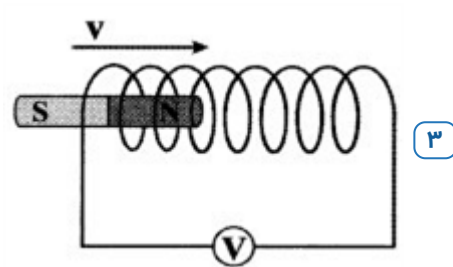
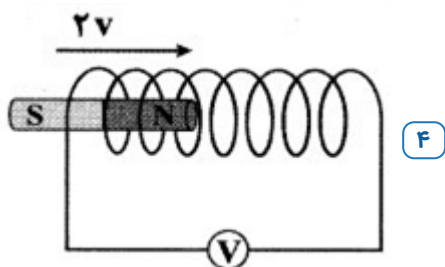
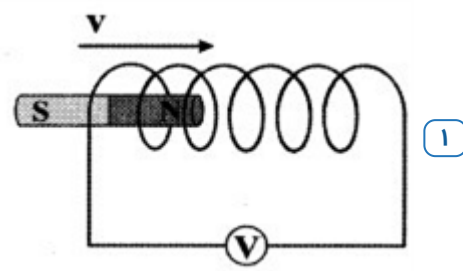
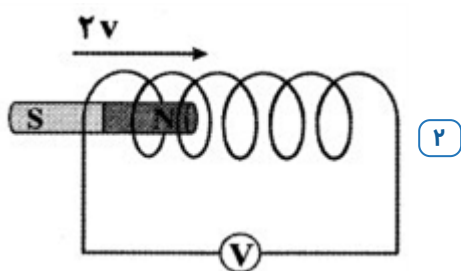
۴ ۶

۳ ۳

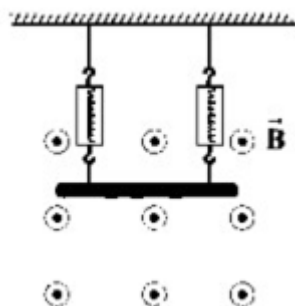
۲ $\frac{1}{6}$

۱ $\frac{1}{3}$

۲۳ در شکل‌های زیر چند سیملوله با حلقه‌هایی با مساحت یکسان به ولت‌سنج‌های حساسی متصل شده‌اند و آهنرباهای مشابهی با تندی‌های نشان داده شده درون این سیملوله‌ها حرکت می‌کنند. کدام ولت‌سنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد؟ (طول سیملوله‌ها یکسان است.)



۲۴ سیمی به جرم m ، مساحت سطح مقطع $۰/۱ \text{ cm}^2$ و چگالی $\frac{g}{\text{cm}^3}$ که با دو نیروسنج از سقف آویزان شده است، درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گرفته است. اگر جریان عبوری از سیم ۱۰ A باشد، نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان می‌دهند. بزرگی میدان مغناطیسی که دستگاه در آن قرار گرفته است، چند تسلا است؟
 $\left(g = ۱۰ \frac{m}{s^2}\right)$



۰/۰۴ (۴)

۰/۰۳ (۳)

۰/۰۲ (۲)

۰/۰۱ (۱)

۲۵ سطح پیچ‌های مسطحی با ۵۰ دور حلقه به قطر ۲۰ cm و مقاومت الکتریکی ۴۰Ω با خط‌های یک میدان مغناطیسی زاویه‌ای ۳۷° می‌سازد. بزرگی این میدان مغناطیسی با جهت ثابت، با چه آهننگی برحسب تسلا بر ثانیه تغییر کند تا جریان ۹ mA در پیچه القا شود؟ ($\cos ۳۷^\circ = ۰/۸$, $\sin ۳۷^\circ = ۰/۶$, $\pi = ۳$)

۰/۲۵ (۴)

۲/۵ (۳)

۰/۴ (۲)

۰/۰۴ (۱)

۲۶ پیچ‌های شامل ۱۰۰ دور سیم با سطح مقطع $۰/۰۰۵ \text{ m}^2$ مربع، مقاومت ۲ اهم دارد. مقطع این پیچه عمود بر یک میدان مغناطیسی متغیر قرار گرفته است. آهننگ تغییر میدان مغناطیسی برحسب تسلا بر ثانیه چه قدر باشد تا جریانی به شدت $۲/۵$ میلی آمپر در پیچه به وجود آید؟

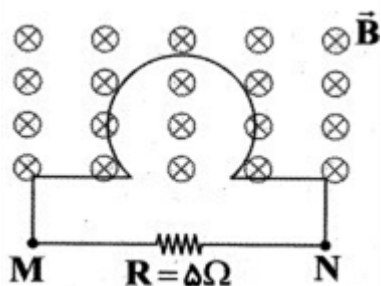
-۲×۱۰^{-۲} (۴)

۲×۱۰^{-۲} (۳)

$-۱۰^{-۲}$ (۲)

$۱۰^{-۲}$ (۱)

۲۷ شکل زیر، سطح یک حلقه‌ی فلزی را عمود بر میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در لحظه‌ی $t = 0$ نشان می‌دهد. اگر معادله‌ی شار مغناطیسی گذرنده از این حلقه بر حسب زمان در دستگاه SI به صورت $\Phi = -2t^2 + 4$ باشد، در ثانیه‌ی اول، اندازه‌ی جریان القایی متوسط چند آمپر و در چه جهتی از مقاومت R عبور می‌کند؟



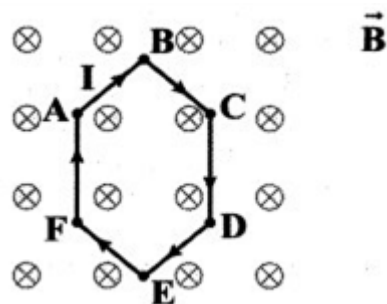
۴ از M به N ، ۲

۳ از M به N ، ۲

۲ از N به M ، ۰/۴

۱ از M به N ، ۰/۴

۲۸ سیمی مطابق شکل زیر، در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار گرفته است و از آن جریان الکتریکی I می‌گذرد. جهت انحراف سیم به کدام سمت است؟ ($AB = BC = CD = DE = EF = FA$)



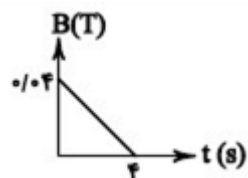
۲ عمود بر صفحه به سمت خارج

۱ عمود بر صفحه به سمت داخل

۴ سیم منحرف نمی‌گردد.

۳ به سمت بالا

۲۹ حلقه‌ای با شعاع ۱۰ cm و مقاومت ۱۰ اهم، عمود بر یک میدان مغناطیسی که اندازه‌ی آن مطابق شکل مقابل تغییر می‌کند، قرار دارد. بار جاری شده در حلقه در ثانیه‌ی اول برابر چند میکروکولن است؟



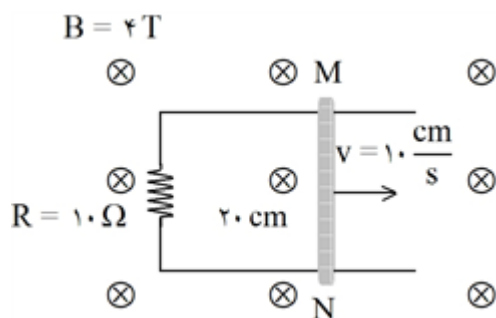
۴ 200π

۳ 100π

۲ 20π

۱ 10π

۳۰ مطابق شکل زیر، میله‌ی رسانای MN بر روی رسانای u شکلی با سرعت ثابت $10 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ به سمت راست حرکت می‌کند. اگر شکل زیر نشان‌دهنده‌ی وضعیت قرارگیری میله در لحظه‌ی $t_1 = 0$ باشد، از این لحظه تا لحظه‌ی $t_2 = 3 \text{ s}$ ، بزرگی جریان الکتریکی القایی متوسط عبوری از مقاومت R چند میلی‌آمپر می‌شود؟ (سطح رسانای u شکل عمود بر خطوط میدان مغناطیسی می‌باشد و مقاومت الکتریکی میله و سیم‌های رابط ناچیز است.)



۴ (۴)

۸ (۳)

۰/۴ (۲)

۰/۸ (۱)

۳۱ قابی به مساحت 5 cm^2 به گونه‌ای در یک میدان مغناطیسی یک‌نواخت به بزرگی B قرار گرفته است که نیم‌خط عمود بر سطح قاب با خطوط میدان مغناطیسی زاویه‌ی 60° می‌سازد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی یک‌نواخت ۵۰ درصد افزایش پیدا کند، بزرگی شار مغناطیسی عبوری از قاب را 0.5 mWb تغییر می‌کند، B چند تسلا است؟

$$\left(\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

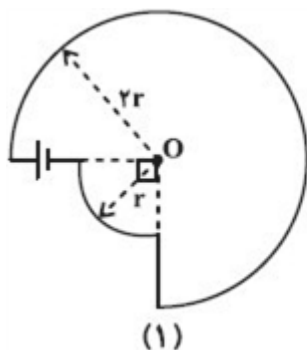
$\frac{2\sqrt{3}}{3}$ (۴)

۲ (۳)

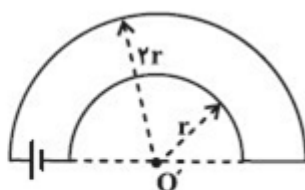
$\frac{4\sqrt{3}}{3}$ (۲)

۴ (۱)

۳۲ در هر دو شکل زیر، اگر جریان‌های یکسانی از سیم‌ها عبور کند، بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه O در شکل (۱) چند برابر بزرگی میدان مغناطیسی در نقطه O' در شکل (۲) می‌باشد؟ (سیم‌ها در صفحه کاغذ بوده و نقاط O و O' به ترتیب مرکز کمان‌های موجود در شکل‌های (۱) و (۲) هستند.)



(۱)



(۲)

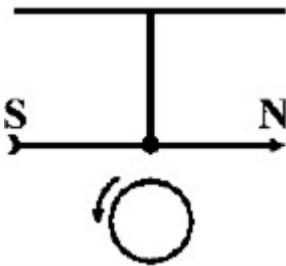
$\frac{5}{8}$ (۴)

$\frac{5}{6}$ (۳)

$\frac{5}{4}$ (۲)

$\frac{5}{2}$ (۱)

۳۳ مطابق شکل مقابل، ذره‌ای باردار با بار منفی بر روی قرص قرار گرفته و همراه با آن در جهت نمایش داده شده می‌چرخد. در این صورت عقربه‌ی مغناطیسی که در بالای قرص آویزان شده چگونه حرکت می‌کند؟ (قرص و عقربه‌ی مغناطیسی ابتدا در صفحه‌ی کاغذ هستند).



۱ قطب N عقربه به طرف بیرون از صفحه می‌چرخد. ۲ قطب N عقربه به طرف داخل صفحه می‌چرخد.

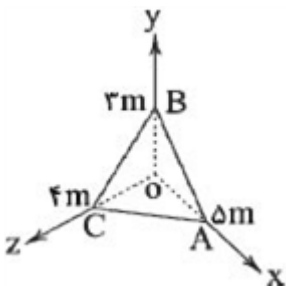
۳ حول محور آویز خود نوسان می‌کند. ۴ عقربه منحرف نمی‌شود.

۳۴ یکای کولن در اهم ($C \times s$) معادل با یکای کدام کمیت است؟

۱ اختلاف پتانسیل الکتریکی ۲ جریان الکتریکی

۳ شار مغناطیسی ۴ ضریب خودالقایی

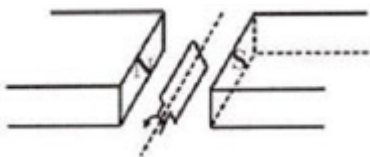
۳۵ مطابق شکل، هرمی در مختصات xyz قرار گرفته است. میدان مغناطیسی از این هرم عبور می‌کند. اگر $\vec{B} = 0.5\vec{i}$ باشد، شار مغناطیسی عبور از وجه ABC چند میلی‌وبر است؟



۱ ۳ ۲ ۶

۳ 3×10^{-3} ۴ 6×10^{-3}

۳۶ یک قاب مستطیل شکل به ابعاد $10\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ که دارای ۵۰ حلقه است، مطابق شکل مقابل در مبدأ زمان عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یک‌نواختی به بزرگی 2 T قرار دارد. اگر در مبدأ زمان قاب با بسامد 20 Hz حول محورش شروع به دوران کند، معادله‌ی شار مغناطیسی گذرنده از قاب برحسب زمان در SI مطابق با کدام گزینه می‌باشد؟

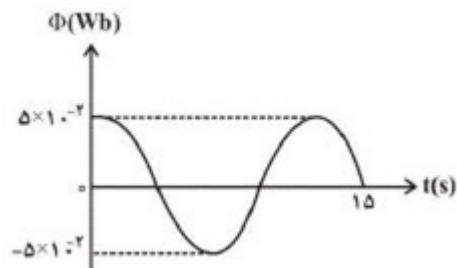


۱ $\Phi = 0.2 \cos(40\pi t)$ ۲ $\Phi = 0.4 \cos(40\pi t)$ ۳ $\Phi = 0.4 \sin(40\pi t)$ ۴ $\Phi = 0.4 \cos(20\pi t)$

۳۷ میدان مغناطیسی یک‌نواختی به بزرگی ۳ گاوس موازی سطح کاغذ و به طرف راست وجود دارد. اگر پروتونی با سرعت $5 \times 10^6 \frac{m}{s}$ عمود بر سطح کاغذ به داخل میدان پرتاب گردد، در لحظه‌ی ورود پروتون به میدان، بزرگی و جهت شتاب ناشی از نیروی الکترومغناطیسی وارد بر آن در SI مطابق کدام گزینه است؟ ($e = 1.6 \times 10^{-19} C$)

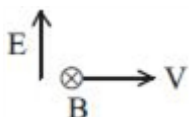
۱ $1/5 \times 10^{11}$ بالا ۲ $1/5 \times 10^{11}$ پایین ۳ $1/5 \times 10^{15}$ بالا ۴ $1/5 \times 10^{15}$ پایین

۳۸) نمودار شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه با مساحت ثابت در میدان مغناطیسی با اندازه‌ی ثابت، برحسب زمان مطابق شکل زیر است. اگر پیچه از ۱۲ حلقه تشکیل شده باشد و مقاومت الکتریکی آن برابر با π اهم باشد، جریان القایی در این پیچه در لحظه‌ی $t = 1$ s چند آمپر است؟



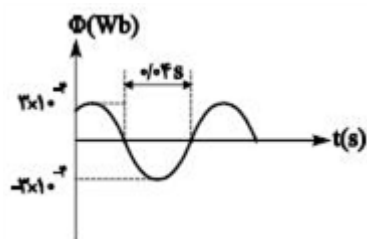
- ۱) $0.2\sqrt{3}$ ۲) 0.05
 ۳) $\frac{0.3}{\pi}$ ۴) $\frac{0.3\sqrt{3}}{\pi}$

۳۹) در شکل روبه‌رو الکترونی با سرعت $\vec{V}$ در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی $\vec{E}$ و $\vec{B}$ در حرکت است. در لحظه‌ی نشان داده شده برآیند نیروهای وارد بر الکترون به کدام سوی است؟



- ۱) ↓ ۲) ↑ ۳) → ۴) ←

۴۰) پیچه‌ای دارای ۱۰۰ حلقه و مقاومت الکتریکی ۳۰ اهم است. اگر نمودار شار عبوری برحسب زمان در هریک از حلقه‌های این پیچه مطابق نمودار مقابل باشد، جریان القایی بیشینه برابر چند میلی‌آمپر است؟



- ۱) 25π ۲) $2/5\pi$ ۳) 50π ۴) $0/5\pi$

۱

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه توان مصرفی برای مقاومت R_2 داریم:

$$P_2 = R_2 I_2^2 \Rightarrow 36 = 4 I_2^2 \Rightarrow I_2 = 3A$$

در مقاومت‌های موازی، جریان به نسبت عکس مقاومت‌ها تقسیم می‌شود، بنابراین:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow \frac{4}{12} = \frac{I_1}{3} \Rightarrow I_1 = 1A$$

$$I = 3 + 1 = 4A$$

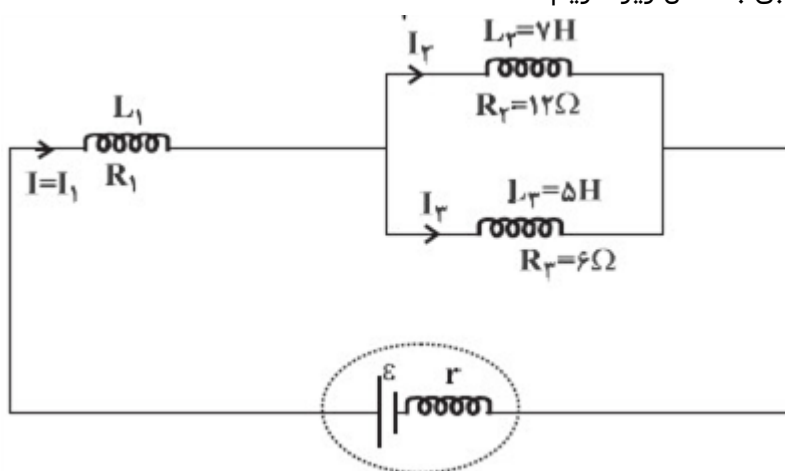
پس جریان اصلی مدار برابر است با:

بزرگی میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله برابر است با:

$$B = \frac{\mu \cdot NI}{L} = \frac{12/5 \times 10^{-7} \times 100 \times 4}{5 \times 10^{-1}} = 10^{-2} T = 10G$$

۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. وقتی دو مقاومت به طوری موازی به یکدیگر وصل شوند، نسبت شدت جریان‌های آن‌ها برابر نسبت وارون مقاومت آن‌ها است. بنابراین مطابق با شکل زیر داریم:



$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{R_3}{R_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \begin{cases} I_2 = \frac{I}{3} \\ I_3 = \frac{2I}{3} \end{cases}$$

با توجه به رابطه انرژی ذخیره شده در میدان القاگر با ضریب القاوری L ($U = \frac{1}{2} LI^2$) می‌توان نوشت:

$$U_1 = 2(U_2 + U_3) \Rightarrow \frac{1}{2} L_1 I_1^2 = 2 \left(\frac{1}{2} L_2 I_2^2 + \frac{1}{2} L_3 I_3^2 \right) \Rightarrow L_1 I^2 = 2 \left(7 \left(\frac{I}{3} \right)^2 + 5 \left(\frac{2I}{3} \right)^2 \right)$$

$$\Rightarrow L_1 = 9H$$

۳

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\varphi = BA \cos \theta \text{ و } \theta = 0 \Rightarrow \varphi = BA = B \times \pi r^2$$

$$B = \mu \cdot nI = \mu \cdot n t^2 \Rightarrow \varphi = \mu \cdot n t^2 \times \pi r^2$$

$$t_1 = 1s \Rightarrow \varphi_1 = \mu \cdot n \times \pi r^2$$

$$t_2 = 3s \Rightarrow \varphi_2 = \mu \cdot n \times 9 \pi r^2$$

$$\Delta \varphi = 8 \mu \cdot n \pi r^2$$

$$\vec{\varepsilon} = - \frac{N \Delta \varphi}{\Delta t} = -N \frac{8 \mu \cdot n \pi r^2}{\Delta t}$$

$$n = \frac{N}{l} = \frac{1000}{10^{-2}} = 10^5$$

$$\vec{\varepsilon} = -1000 \times \frac{4 \times 10^{-7} \times \pi \times 4 \times 10^{-4} \times 10^5}{2} = -128 \times 10^{-4} V$$

$$|\vec{\varepsilon}| = 128 \times 10^{-4} \times 10^2 = 12/8 mV$$

۴

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

$$\varepsilon = Blv \Rightarrow \varepsilon \propto L \Rightarrow \frac{\varepsilon_{\max}}{\varepsilon_{\min}} = \frac{L_{\max}}{L_{\min}} = \frac{5}{2} = 2.5$$

۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. طبق قانون القای الکترومغناطیسی فاراده و تعریف جریان $\left(\bar{I} = \frac{\Delta q}{\Delta t}\right)$ داریم:

$$\Delta q = \bar{I} \Delta t = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \Delta t \xrightarrow{\bar{\varepsilon} = \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t}} \Delta q = \frac{1}{R} \times \frac{|\Delta \Phi|}{\Delta t} \times \Delta t \Rightarrow \Delta q = \frac{|\Delta \Phi|}{R} \Rightarrow \Delta q = \frac{0.8 - (0.2)}{10} = 0.06 C$$

$$n = \frac{\Delta q}{e} = \frac{0.06}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.75 \times 10^{17} \text{ الکترون}$$

از طرفی طبق رابطه $\Delta q = ne$ داریم:

نکته: طبق رابطه $\Delta q = \frac{|\Delta \Phi|}{R}$ ، الکتريسيته القایی به زمان تغییر شار بستگی ندارد.

۶

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. مواد فرومغناطیسی سخت مناسب استفاده در آهنرباهای الکتریکی نیستند. آلیاژهای آهن از جمله این مواد هستند.

۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. دو سیملوله به صورت موازی به نیرو محرکه وصل شده‌اند. پس اختلاف پتانسیل دو سر هر دو سیملوله با هم مساوی است:

$$V_Q = V_P \Rightarrow R_Q I_Q = R_P I_P \Rightarrow I_Q = 2 I_P \Rightarrow I_P = 3 I_Q$$

با توجه به مقاومت‌ها، مقاومت معادل برابر است با:

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

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} = \frac{18}{2 + 1} = 6 A \Rightarrow I_P + I_Q = 6 \Rightarrow 3 I_Q + I_Q = 6$$

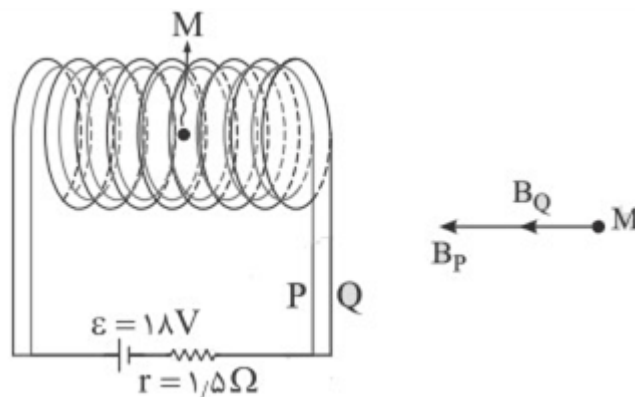
$$\Rightarrow I_Q = 1.5 A, I_P = 4.5 A$$

حال میدان حاصل از سیملوله‌های P و Q را می‌نویسیم:

$$B_P = \frac{\mu_0 N_P I_P}{l_P} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{300}{0.1} \times 4.5 = 36\pi \times 10^{-4} T = 36\pi G$$

$$B_Q = \frac{\mu_0 N_Q I_Q}{l_Q} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{300}{0.1} \times 1.5 = 18\pi \times 10^{-4} T = 18\pi G$$

با توجه به قاعده‌ی دست راست میدان درون سیملوله‌ها هم‌جهت‌اند:



$$B_M = B_Q + B_P = 36\pi + 18\pi = 54\pi G$$

۸

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

میدان مغناطیسی در مرکز حلقه از رابطه‌ی $B = \frac{\mu \cdot NI}{rR}$ به دست می‌آید:

$$B_1 = \frac{\mu \cdot I}{2R}$$

$$B_2 = \frac{\mu \cdot 3I}{4R} = \frac{3}{2} B_1$$

این دو میدان هم‌جهت‌اند:

$$B_T = B_1 + B_2 = \frac{5\mu \cdot I}{4R} \quad B_T = \frac{5}{2} B_1$$

اگر حلقه‌ی کوچک‌تر را 90° بچرخانیم میدان‌ها بر هم عمود می‌شوند:

$$B'_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \frac{\mu \cdot I}{R} \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4} \frac{\mu \cdot I}{R}$$

$$B'_T = \frac{\sqrt{13}}{2} B_1$$

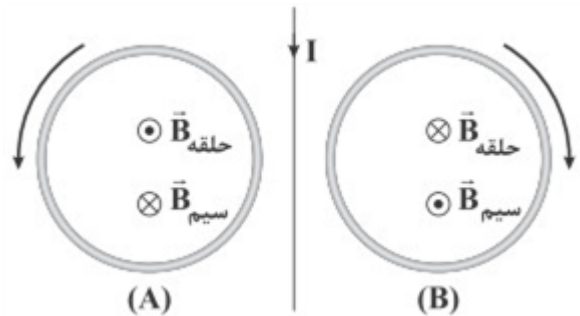
حال نسبت خواسته شده را حساب می‌کنیم:

$$\frac{B'_T}{B_T} = \frac{\frac{\sqrt{13}}{4} \frac{\mu \cdot I}{R}}{\frac{5}{2} \frac{\mu \cdot I}{R}} = \frac{\sqrt{13}}{5}$$

$$\frac{B'_T}{B_T} = \frac{\sqrt{13}}{5}$$

۹

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به شکل زیر، برای صفر شدن میدان در مرکز حلقه‌های A و B، جریان آن‌ها باید به ترتیب پادساعتگرد و ساعتگرد باشد.



۱۰

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فشرده‌تر بودن خطوط میدان مغناطیسی در مجاورت آهنربای (۲) نشان می‌دهد که آهنربای (۲) قوی‌تر از آهنربای (۱) است. جهت خطوط میدان مغناطیسی مشخص نشده است، بنابراین نوع قطب‌های x و y مشخص نمی‌شود، ولی چون خط‌ها از یکی از آهنرباها خارج و به دیگری وارد می‌شود، بنابراین قطب‌های x و y ناهمنام می‌باشند.

۱۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. اندازه‌ی نیروی واردشده به سیم در حالت اول برابر است با:

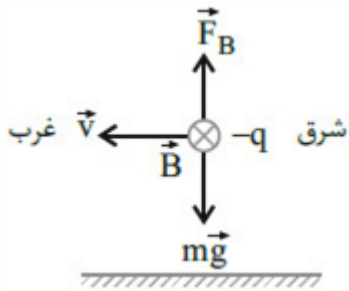
$$F_1 = BIl \sin \alpha_1 = 10 \times 10^{-4} \times 4 \times 1 \times \sin 30^\circ = 2 \times 10^{-2} \text{ N} = 2 \text{ mN}$$

و در حالت دوم داریم:

$$F_2 = BIl \sin \alpha_2 = 10 \times 10^{-4} \times 4 \times 1 \times \sin 37^\circ = 2/4 \times 10^{-2} \text{ N} = 2/4 \text{ mN}$$

$$\Delta F = F_2 - F_1 = 2/4 - 2 = 0/4 \text{ mN} \quad \text{بنابراین:}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. مطابق شکل، بار منفی q به طرف غرب در حرکت است می‌خواهیم مانع از انحراف مسیر آن تحت اثر وزن آن شویم. بنابراین باید نیروی مغناطیسی وارد بر ذره به طرف بالا و هم‌اندازه‌ی وزن آن باشد. حال داریم:



$$F_t = 0 \Rightarrow F_B = mg \Rightarrow |q| v B = mg$$

$$|q| = 4 \times 10^{-6} \text{ C}, m = 2 \times 10^{-5} \text{ kg}, v = 2 \times 10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$4 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^2 \times B = 2 \times 10^{-5} \times 10 \Rightarrow B = \frac{10^{-4}}{4 \times 10^{-4}} = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ T}$$

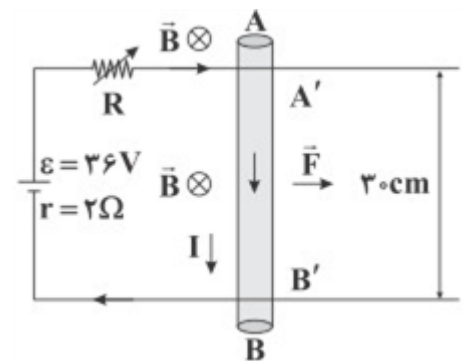
تعیین جهت $\vec{B}$: اگر قاعده‌ی دست راست را برای بار منفی اجرا کنیم، در این صورت میدان $\vec{B}$ درون‌سو یعنی به طرف شمال خواهد بود.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. قبل از آغاز حل، به نکات زیر توجه کنید:

طول مؤثر یک تیغه یا سیم، آن بخش از طول آن است که اولاً کاملاً در فضای میدان مغناطیسی قرار دارد و خطوط میدان را قطع می‌کند، ثانیاً جریان در آن وجود داشته باشد.

درون مدار، مقاومت الکتریکی مؤثر تیغه یا تکه سیم، مربوط به بخشی از آن است که حامل جریان الکتریکی باشد.

در شکل زیر، جهت جریان مدار، ساعتگرد و در تیغه، رو به پایین نمایش داده شده است. با توجه به جهت $\vec{B}$ و I و با استفاده از قاعده‌ی درست راست، مشخص می‌شود که جهت نیروی مغناطیسی، افقی و رو به راست می‌باشد. هم‌چنین راستای تیغه و خطوط میدان مغناطیسی $\vec{B}$ بر هم عمود می‌باشند.



$$\theta = 90^\circ \Rightarrow \sin \theta = 1 \Rightarrow F = I l B \quad B = I(A'B')B$$

$$\Rightarrow F_{\min} = I_{\min} \times 0.3 \times 4 \Rightarrow 5/4 = I_{\min} \times 1/8 \Rightarrow I_{\min} = \frac{5/4}{1/8} \Rightarrow I_{\min} = 2 \text{ A}$$

با توجه به نکات گفته‌شده، در مدار تک‌حلقه نشان داده‌شده در شکل بالا، داریم:

$$R = \rho \frac{l}{A} \Rightarrow R \propto l$$

$$\Rightarrow \frac{R_{\text{مؤثر}}}{R_{\text{تیغه}}} = \frac{l_{\text{مؤثر}}}{l} \xrightarrow{l_{\text{مؤثر}} = 30 \text{ cm}} \frac{R_{\text{مؤثر}}}{10} = \frac{30}{40} \Rightarrow R_{\text{مؤثر}} = 7.5 \text{ } \Omega$$

در نتیجه فقط $7.5 \text{ } \Omega$ $\Rightarrow \frac{R_{\text{مؤثر}}}{R_{\text{تیغه}}} = \frac{l_{\text{مؤثر}}}{l} \xrightarrow{l_{\text{مؤثر}} = 30 \text{ cm}} \frac{R_{\text{مؤثر}}}{10} = \frac{30}{40} \Rightarrow R_{\text{مؤثر}} = 7.5 \text{ } \Omega$ از مقاومت تیغه در مدار تک‌حلقه مؤثر

است، پس داریم:

$$I_{\min} = \frac{\varepsilon}{R_{\max} + R_{\text{مؤثر}} + r} \Rightarrow 3 = \frac{36}{R_{\max} + 7.5 + 2} \Rightarrow R_{\max} = 2.5 \text{ } \Omega$$

حداکثر $2.5 \text{ } \Omega$ از مقاومت رئوستا باید در مدار قرار بگیرد تا لغزش آغاز شود.

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ۱۴

$$F = qvB \sin \theta \Rightarrow 9/6 \times 10^{-14} = 1/6 \times 10^{-19} \times v \times 3 \times 10^{-2} \times \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow v = 6 \times 10^7 \frac{m}{s} = 6 \times 10^4 \frac{km}{s}$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا تغییرات شار را در بازه‌ی زمانی $t_1 = 0$ تا $t_2 = \frac{1}{150}$ به دست می‌آوریم: ۱۵

$$\begin{cases} \Phi_1 = 300 \times 0 + \cos(50\pi \times 0) = \cos 0^\circ = 1 \text{ Wb} \\ \Phi_2 = 300 \times \frac{1}{150} + \cos\left(50\pi \times \frac{1}{150}\right) = 2 + \frac{\cos \pi}{2} = 2 + \frac{1}{2} = \frac{5}{2} \text{ Wb} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = \frac{5}{2} - 1 = \frac{3}{2} \text{ Wb}$$

حال نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه را محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -1 \times \frac{\frac{3}{2}}{\frac{1}{150}} = -\frac{3}{2} \times 150 = -225 \text{ V} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = 225 \text{ V}$$

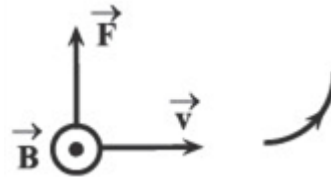
$$I = \frac{|\bar{\varepsilon}|}{R} = \frac{225}{50} = 4.5 \text{ A}$$

پس جریان القایی متوسط در حلقه برابر است با:

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا اندازه‌ی نیروی وارد بر ذره‌ی باردار را محاسبه می‌کنیم. ۱۶

$$F = |q| v B \sin \theta \xrightarrow[\substack{\theta=90^\circ \\ B=200 \times 10^{-7} \text{ T}}]{\substack{\theta=90^\circ \\ B=200 \times 10^{-7} \text{ T}}} F = 10 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^5 \times 200 \times 10^{-7} = 0.8 \text{ N}$$

از طرفی با توجه به قاعده‌ی دست راست، و در نظر گرفتن این نکته که بار ذره منفی است، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر ذره‌ی باردار به سمت بالا خواهد شد. پس مسیر حرکت ذره روی دایره‌ای است که $\vec{F}$ به سمت مرکز آن قرار



دارد.

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. گام اول: جریان الکتریکی عبوری از سیم را به دست می‌آوریم: ۱۷

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{20}{4+1} = 4 \text{ A}$$

گام دوم: اندازه‌ی نیروی مغناطیسی وارد شده به سیم را به دست آوریم:

$$F_B = B I l \sin \alpha$$

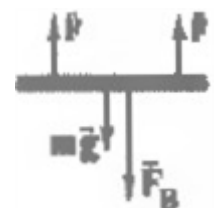
$$\xrightarrow{\sin \alpha=1} F = 5 \times 10^{-4} \times 4 \times 2 = 4 \times 10^{-3} \text{ N} = 4 \text{ mN}$$

گام سوم: با توجه به قاعده‌ی دست راست جهت نیروی مغناطیسی وارد شده به سیم به سمت پایین است و داریم:

$$\xrightarrow{\text{هر متر از سیم ۲ گرم دارد}} mg = 2(2) \times 10^{-3} \times 10$$

$$= 40 \times 10^{-3} \text{ N} = 40 \text{ mN}$$

$$F_{\text{net},y} = 0 \Rightarrow 2F = F_B + mg \Rightarrow 2F = 44 \Rightarrow F = 22 \text{ mN}$$



$$U_r = \frac{1}{r} L_r I_r^2 \Rightarrow \frac{9}{100} = \frac{1}{r} \times \frac{5}{10} I_r^2 \Rightarrow I_r^2 = 0.36 \Rightarrow I_r = 0.6 \text{ A}$$

سیم‌لوله‌های (۲) و (۳) با هم موازی هستند.

$$R_r I_r = R_r I_r \Rightarrow 24 I_r = 12 I_r \Rightarrow I_r = \frac{12 \times 0.6}{24} = 0.3 \text{ A}$$

$$I = I_r + I_r = 0.6 \text{ A}$$

$$U_1 = \frac{1}{r} L_1 I^2 = \frac{1}{r} \times \frac{2}{100} \times \frac{81}{100} = 81 \text{ mJ}$$

$$\frac{V_r}{V_1} = \frac{N_r}{N_1} \Rightarrow \frac{V_r}{220} = \frac{20}{100} \Rightarrow V_r = 44 \text{ V}$$

$$V_r = R I_m \Rightarrow 44 = 11 I_m \Rightarrow I_m = 4 \text{ A}$$

$$I = I_m \sin \omega t \Rightarrow I = 4 \sin 100\pi t$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا با سرعت $\vec{i}^4$ و میدان $\vec{j}^2$ نیرو را محاسبه می‌کنیم که چون بردار سرعت و میدان هم‌راستا هستند، نیرو صفر می‌شود. حال با سرعت $\vec{i}^4$ و میدان $\vec{j}^2$ به محاسبه بردار نیرو می‌پردازیم که اگر دست راست خود را در جهت محور x طوری قرار دهیم که کف دست در جهت محور y باشد، انگشت شصت جهت محور z را نشان می‌دهد که جهت بردار نیرو است و بزرگی آن برابر است با:

$$F = qvB \sin \theta \Rightarrow f_1 = 2 \times 10^{-6} \times 4 \times 1 \sin 90^\circ = 8 \times 10^{-6} \text{ N}$$

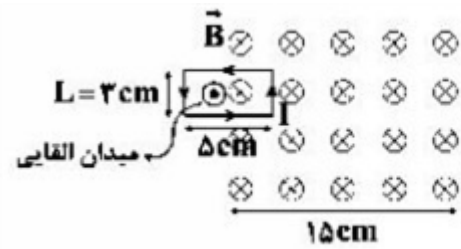
حال با سرعت $\vec{j}^3$ و میدان $\vec{i}^2$ ، مشاهده می‌شود که اگر دست را در جهت خلاف محور x طوری قرار دهیم که کف دست خلاف جهت محور y شود، مشاهده می‌شود که انگشت شصت خلاف جهت محور z را نشان می‌دهد و بزرگی نیرو دارد، برابر است با:

$$F_r = 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 2 \sin 90^\circ = 12 \times 10^{-6} \text{ N}$$

چون دو بردار نیرو خلاف جهت یکدیگرند، برای به دست آوردن نیروی برآیند هر دو نیرو را از هم کم می‌کنیم.

$$F_a = |F_1 - F_r| = |8 \times 10^{-6} - 12 \times 10^{-6}| = 4 \times 10^{-6} \text{ N}$$

گام اول: در هنگام ورود به میدان مغناطیسی که مدت زمان $25\text{ms} = 0.025\text{s} = \frac{0.05}{2}$ نیاز دارد، شار عبوری در حال افزایش بوده و با توجه به قانون لنز، جهت جریان القایی در قاب، پاد ساعتگرد (منفی) است. از سوی دیگر مقدار این جریان القایی برابر است با:



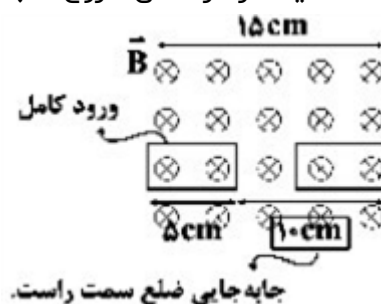
$$|\bar{I}| = \left| -\frac{NB \Delta A \cos \theta}{R \Delta t} \right|$$

$$|\bar{I}| = \left| 10 \times 2 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^{-2} \times \frac{\Delta x}{\Delta t} \right|$$

$$v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$I = 12 \times 10^{-9} \text{ A} = 0.012 \text{ mA}$$

گام دوم: با ورود کامل قاب به داخل میدان تا زمانی که ضلع سمت راست آن به انتهای میدان مغناطیسی می‌رسد، تغییرات شار صفر بوده و جریان القایی نیز صفر است. این موضوع به اندازه‌ی 50ms زمان نیاز دارد. با توجه به گام‌های اول و دوم، تنها نمودار ترسیم شده در گزینه‌ی (۳) می‌تواند صحیح باشد. دقت کنید: در مرحله‌ی خروج قاب از میدان، شار عبوری در حال کاهش و جریان القایی ساعتگرد (مثبت) است.



$$L = \mu \cdot \frac{AN^2}{l} \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = \frac{A_A}{A_B} \times \frac{N_A^2}{N_B^2} \times \frac{l_B}{l_A} = 1 \times 1 \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. طبق رابطه‌ی $\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی ایجاد شده متناسب با تعداد حلقه‌ها و آهنگ تغییر شار است. در شکل رسم شده در گزینه‌ی (۴) هم تعداد حلقه‌ها زیاد است و هم آهنگ با سرعت زیادی حرکت می‌کند و در نتیجه در زمان کم‌تری شار تغییر کرده و آهنگ تغییرات شار بیش‌تر شده و در نتیجه اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی ایجاد شده نیز بیش‌تر خواهد شد و ولت‌سنج مورد نظر عدد بزرگ‌تری را نشان خواهد داد.

۲۴

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. نیروسنگها نیروی برابند وارد بر سیم را نشان می‌دهند، پس باید نیروی برآیند صفر باشد، نیروی وزن روبه پایین است، بنابراین:

$$mg = F \Rightarrow mg = BIl \sin \theta$$

از طرفی طبق رابطه‌ی چگالی $\rho = \frac{m}{V}$ می‌توان نوشت:

$$\rho A l g = BIl \sin \theta \Rightarrow \rho A g = BI \sin \theta$$

$$\xrightarrow{\theta=90^\circ} 2000 \times 0.1 \times 10^{-4} \times 10 = B \times 10 \Rightarrow B = 0.2 \text{ T}$$

۲۵

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در پیچه مسطح را به دست می‌آوریم:

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \Rightarrow 9 \times 10^{-2} = \frac{\bar{\varepsilon}}{40} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = 0.36 \text{ V}$$

برای محاسبه‌ی آهنگ تغییر میدان مغناطیسی $\left(\frac{\Delta B}{\Delta t}\right)$ می‌توان نوشت:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta BA \cos \theta}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -NA \cos \theta \times \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

زاویه‌ی بین خط‌های میدان مغناطیسی و سطح پیچه برابر $\alpha = 37^\circ$ است، بنابراین زاویه‌ی بین نیم‌خط عمود بر سطح پیچه با خط‌های میدان $\theta = 90^\circ - \alpha = 53^\circ$ (متمم زاویه‌ی α) می‌باشد:

$$0.36 = -50 \times \cancel{10^{-2}} \times (0.1) \times \cancel{\cos 53^\circ} \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow 36 \times 10^{-2} = -50 \times 3 \times 10^{-2} \times 0.6 \times \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{36 \times 10^{-2}}{90 \times 10^{-2}} = \frac{36}{90} = 0.4 \frac{\text{T}}{\text{s}}$$

۲۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا نیروی محرکه‌ی القایی متوسط را با توجه به جریان و مقاومت داده شده محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{\varepsilon} = IR \xrightarrow{I=2/\Delta t, A=25 \times 10^{-4} \text{ m}^2, R=2\Omega} \bar{\varepsilon} = 25 \times 2 \times 10^{-4} = 5 \times 10^{-3} \text{ (V)}$$

اکنون با استفاده از رابطه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط و تغییرات شار، آهنگ تغییر شار را به دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow 5 \times 10^{-3} = -100 \times \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -5 \times 10^{-5} \left(\frac{\text{Wb}}{\text{s}} \right)$$

با توجه به سؤال تغییرات شار مغناطیسی به دلیل تغییر میدان مغناطیسی است. بنابراین:

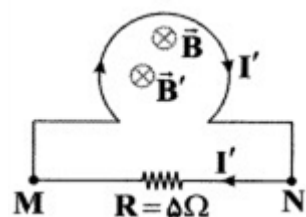
$$\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta BA \cos \theta}{\Delta t} \Rightarrow -5 \times 10^{-5} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \times 5 \times 10^{-2} \times \cos 0^\circ \Rightarrow \frac{\Delta B}{\Delta t} = -10^{-2} \left(\frac{\text{T}}{\text{s}} \right)$$

۲۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در ثانیه‌ی اول، آهنگ تغییر شار گذرنده از حلقه برابر است با:

$$\begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow \Phi_1 = +4 \text{ Wb} \\ t_2 = 1 \text{ s} \Rightarrow \Phi_2 = -2 + 4 = +2 \text{ Wb} \end{cases} \Rightarrow \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{2 - 4}{1 - 0} = -2 \frac{\text{Wb}}{\text{s}}$$

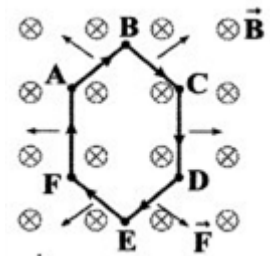
می‌بینید که شار مغناطیسی گذرنده از حلقه در حال کاهش است، بنابراین طبق قانون لنز، میدان القایی $\vec{B}'$ هم جهت با $\vec{B}$ در حلقه پدید می‌آید. به کمک قاعده‌ی دست راست، جهت جریان القایی I' را پیدا می‌کنیم که از N به M از مقاومت R می‌گذرد. اندازه‌ی جریان القایی متوسط در ثانیه‌ی اول برابر است با:



$$|\bar{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| -1 \times (-2) \right| = 2 \text{ V}$$

$$\bar{I} = \frac{|\bar{\varepsilon}|}{R} = \frac{2}{5} = 0.4 \text{ A}$$

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. به دلیل این که طول سیم‌ها برابر هست و جریان یکسانی از آن‌ها می‌گذرد، اندازه‌ی نیرویی که به هر قطعه سیم از طرف میدان مغناطیسی اعمال می‌شود، یکسان است. با استفاده از قاعده‌ی دست راست متوجه می‌شویم که جهت نیروی وارده به هر دو قطعه‌ی مقابل، خلاف یکدیگر است. مجموع نیروی وارد بر ABC توسط نیروی وارد بر FED و نیروی وارد بر AF توسط نیروی وارد بر CD خنثی می‌گردد و بنابراین سیم منحرف نمی‌شود.



گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. بار جاری شده در مدار عبارت است از:

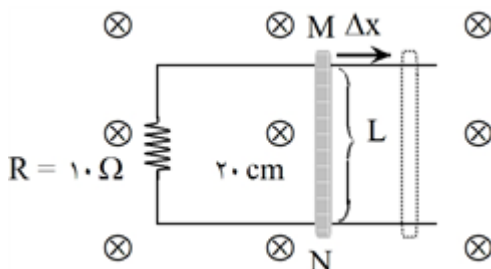
$$\begin{cases} |\Delta q| = \left| N \frac{\Delta \Phi}{R} \right| \Rightarrow \Delta q = \left| \frac{NA \cos \alpha}{R} \Delta B \right| \\ \Delta \Phi = A \Delta B \cos \alpha \end{cases}$$

در ادامه با توجه به نمودار، شیب نمودار منفی بوده و تغییر میدان در ثانیه‌ی اول عبارت است از:

$$\Delta B = -0.1 T$$

$$\Delta q = \left| \frac{1 \times \pi \times 0.1^2 \times \cos 0}{10} \times 0.1 \right| = \pi \times 10^{-5} C = 10 \pi \mu C$$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. هنگامی که میله‌ی MN به سمت راست حرکت می‌کند، شار مغناطیسی عبوری از قاب موردنظر افزایش می‌یابد و طبق قانون فاراده در این قاب نیروی محرکه‌ی القایی به وجود می‌آید. در زیر رابطه‌ی برای به دست آوردن بزرگی نیروی محرکه‌ی القایی به دست آمده است:



$$|\varepsilon| = \left| N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| \xrightarrow[N=1]{\Phi = BA \cos \theta} |\varepsilon| = \left| \frac{\Delta(BA \cos \theta)}{\Delta t} \right|$$

$$\xrightarrow{\cos \theta = 1} |\varepsilon| = \left| B \frac{\Delta A}{\Delta t} \right| \xrightarrow{\Delta A = L \Delta x} |\varepsilon| = \left| B \frac{L \Delta x}{\Delta t} \right|$$

$$\xrightarrow{v = \frac{\Delta x}{\Delta t}} |\varepsilon| = BLv$$

در رابطه‌ی بالا L طولی از سیم MN است که روی قاب u شکل گرفته است و v سرعت حرکت میله است. بنابراین داریم:

$$|\varepsilon| = 4 \times 0.2 \times 1 = 0.8 V$$

$$|\bar{I}| = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0.8}{10} = 8 \times 10^{-2} A = 8 \text{ mA}$$

۳۱

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه $\Phi = BA \cos \theta$ ، شار مغناطیسی عبوری از قاب موردنظر متناسب با بزرگی میدان مغناطیسی است. بنابراین داریم:

$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{B_2}{B_1} \frac{\Phi_1 + 0.5 \times 10^{-2}}{B_1 = B_1 + 0.5 B_1} \Rightarrow \frac{1.5 \Phi_1}{\Phi_1} = \frac{2 \Phi_1}{\Phi_1} \Rightarrow 2 \Phi_1 = 2 \Phi_1 + 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \Phi_1 = 10^{-2} \text{ Wb}$$

حالا کافی است مقدار Φ_1 را در رابطه $\Phi = BA \cos \theta$ جایگذاری کنیم تا بزرگی میدان مغناطیسی عبوری از قاب را در حالت اول به دست آوریم:

$$\Phi = BA \cos \theta \Rightarrow 10^{-2} = B \times 0.5 \times 10^{-2} \times \cos(60^\circ) \Rightarrow B = \frac{2}{0.5} \times 10 = 4T$$

۳۲

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. در شکل (۱) جریان هر دو کمان، میدان درون سو در نقطه O ایجاد می‌کنند. در شکل (۱)، حلقه به شعاع ۲ و $\frac{3}{4}$ حلقه به شعاع ۲۲ وجود دارد. پس:

$$B = \frac{\mu_0}{r} \times \frac{NI}{2}$$

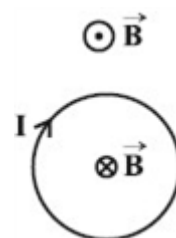
$$\Rightarrow B_1 = \frac{\mu_0}{r} \times \frac{1}{2} I + \frac{\mu_0}{r} \times \frac{3}{4} I = \frac{5\mu_0 I}{4r}$$

برای شکل (۲)، نیم حلقه بیرونی میدان درون سو و نیم حلقه درونی میدان برون سو در نقطه O تولید می‌کنند و برای هر دو نیم حلقه، N برابر با $\frac{1}{4}$ می‌باشد.

$$B_2 = \frac{\mu_0}{r} \times \frac{1}{4} \times I - \frac{\mu_0}{r} \times \frac{1}{4} I = \frac{\mu_0 I}{4r} \Rightarrow \frac{B_1}{B_2} = \frac{\frac{5\mu_0 I}{4r}}{\frac{\mu_0 I}{4r}} = \frac{5}{1}$$

۳۳

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. وقتی بار مثبت روی یک قرص مسیری به شکل دایره را طی می‌کند، می‌توان آن را به صورت یک جریان الکتریکی در جهت حرکت بار مثبت روی یک حلقه‌ی حامل جریان در نظر گرفت، در این جا بار الکتریکی منفی است. پس جهت جریان حلقه‌ی فرضی را خلاف جهت حرکت ذره‌ی باردار منفی در نظر می‌گیریم. با توجه به قاعده‌ی دست راست میدان مغناطیسی در مرکز حلقه به طرف داخل صفحه است از طرفی چون خطوط میدان بسته می‌باشند، پس در خارج حلقه سوی میدان به طرف خارج از صفحه خواهد بود که عقربه‌های مغناطیسی مماس بر آن و در جهت آن سمت‌گیری خواهد بود.



۳۴

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به قانون فارادی داریم:

$$\Delta q = \bar{I} \times \Delta t = \frac{\bar{\epsilon}}{R} \times \Delta t = \frac{N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}}{R} \times \Delta t = \frac{N \Delta \phi}{R} \Rightarrow \Delta q \times R = N \Delta \phi$$

یکای کولن در اهم با یکای شار مغناطیسی یکسان است.

۳۵

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. باید دقت کنید که اولاً میدان در جهت محور xها است و همچنین این که همان مقدار خطوط مغناطیسی که از وجه OBC می‌گذرند ادامه می‌یابند و از وجه ABC این هرم زیبا خارج می‌شوند. منظور این است که شار عبوری از وجوه ABC و OBC یکی هستند، پس برای این که راحت تر باشیم به جای شار عبوری از ABC شار عبوری از OBC را حساب می‌کنیم.

$$\varphi = ABC \cos \theta \Rightarrow \varphi_{ABC} = \varphi_{OBC} = A_{OBC} B \cos \theta$$

حتماً می‌دانید که θ زاویه‌ی بین نیم‌خط عمود بر صفحه‌ی OBC و میدان B می‌باشد.

$$A_{OBC} = \frac{r \times r}{\theta} = r^2 m^2 \left. \vphantom{\frac{r \times r}{\theta}} \right\} \Rightarrow \varphi_{ABC} = \varphi_{OBC} = r \times \frac{1}{r} \times 1 = rwb = 3 \times 10^{-7} mwb$$

$$\theta = 0$$

۳۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$A = 20 \times 10 = 200 \text{ cm}^2 = 0.02 \text{ m}^2$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 20 = 40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

زاویه‌ی بین نیم خط عمود بر سطح و امتداد خط‌های میدان مغناطیسی در مبدأ زمان صفر است، بنابراین معادله‌ی شار

$$\Phi = AB \cos \omega t$$

مغناطیسی گذرنده از حلقه برابر خواهد بود با:

$$\Phi = 0.02 \times 2 \cos(40\pi t) \Rightarrow \Phi = 0.04 \cos(40\pi t)$$

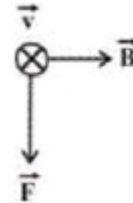
۳۷

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$B = 2G = 3 \times 10^{-7} T$$

مطابق شکل زیر و با توجه به قاعده‌ی دست راست، جهت نیروی وارد بر پروتون به سمت پایین است، بنابراین جهت شتاب وارد بر آن هم به طرف پایین است و برای محاسبه‌ی بزرگی شتاب وارد بر پروتون می‌توان نوشت:

$$\left. \begin{aligned} F &= qvB \\ F &= ma \end{aligned} \right\} \Rightarrow qvB = ma \Rightarrow 1/6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^6 \times 3 \times 10^{-7} = 1/6 \times 10^{-27} \times a \Rightarrow a = 1/5 \times 10^{11} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



۳۸

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طبق رابطه‌ی $\Phi = AB \cos \theta$ ، با توجه به ثابت بودن A و B، تغییرات شار عبوری از پیچه بر اثر تغییرات $\cos \theta$ است.

با توجه به نمودار خواهیم داشت:

$$\frac{\Delta T}{T} = 15 \Rightarrow T = 12 \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{12} \Rightarrow \omega = \frac{\pi}{6} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

در نتیجه معادله‌ی شار مغناطیسی عبوری از پیچه به صورت زیر خواهد شد:

$$\Phi = \Phi_m \cos(\omega t) \Rightarrow \Phi = 5 \times 10^{-2} \times \cos\left(\frac{\pi}{6} t\right)$$

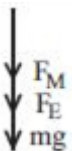
با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فارادی و قانون اهم، داریم:

$$I = \frac{-N}{R} \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow I = \frac{12}{\pi} \times 5 \times 10^{-2} \times \frac{\pi}{6} \sin\left(\frac{\pi}{6} t\right) \Rightarrow I = 0.1 \sin\left(\frac{\pi}{6} t\right) \xrightarrow{t=1\text{s}}$$

$$I = 0.1 \sin\left(\frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow I = 0.05 \text{ A}$$

۳۹

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.



$$T = 2 \times 0.04$$

$$\varepsilon_m = N\omega\varphi_m = 100 \times \frac{2\pi}{2 \times 0.04} \times 3 \times 10^{-4} = \frac{2\pi}{4} V$$

$$I_m = \frac{\varepsilon_m}{R} = \frac{\frac{2\pi}{4}}{3.} = \frac{\pi}{6} A$$

$$A = 25\pi \text{ mA}$$

1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	2	3	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	4
9	1	2	3	4
10	1	2	3	4
11	1	2	3	4
12	1	2	3	4
13	1	2	3	4
14	1	2	3	4
15	1	2	3	4
16	1	2	3	4
17	1	2	3	4
18	1	2	3	4
19	1	2	3	4
20	1	2	3	4
21	1	2	3	4
22	1	2	3	4
23	1	2	3	4
24	1	2	3	4
25	1	2	3	4
26	1	2	3	4
27	1	2	3	4
28	1	2	3	4
29	1	2	3	4
30	1	2	3	4
31	1	2	3	4
32	1	2	3	4

33	1	2	3	4
34	1	2	3	4
35	1	2	3	4
36	1	2	3	4
37	1	2	3	4
38	1	2	3	4
39	1	2	3	4
40	1	2	3	4

