

فیزیک

گزینه ۱

۱

مطابق قانون لنز جهت جریان القایی در یک مدار بسته همواره در جهتی است که با عامل به وجود آورنده‌اش مخالفت می‌کند. در (۱) میدان مغناطیسی درون حلقه در حال افزایش است، پس باید جریان پادساعت‌گرد باشد و در (۲) میدان مغناطیسی درون حلقه ثابت است، پس جریان القایی صفر است و در (۳) میدان مغناطیسی درون حلقه در حال کاهش است و جریان ساعت‌گرد است یعنی گزینه "۱" صحیح است.

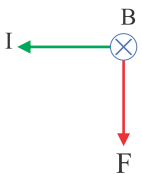
گزینه ۴

۲

با استفاده از رابطه محاسبه نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی داریم:

$$F = I\ell B \sin \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} F = 2/5 \times 2/4 \times 0/5 \times 10^{-4} \times 1 \Rightarrow F = 3 \times 10^{-4} \text{ N}$$

باتوجه به قاعده دست راست، نیروی وارد بر سیم رو به پایین است.

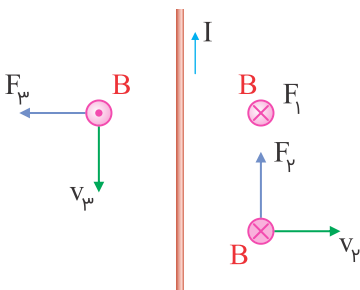


گزینه ۳

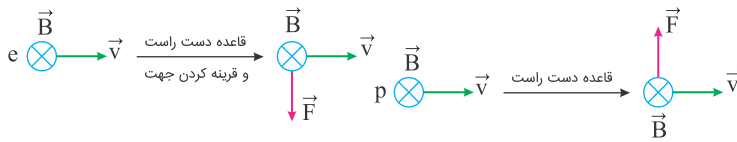
۳

ابتدا جهت میدان مغناطیسی ناشی از سیم را در اطراف آن مشخص می‌کنیم و سپس جهت نیروی وارده بر تمام بارها را توسط قانون دست راست به دست می‌آوریم:

از شکل پیداست که امتداد F_2 و F_3 بر هم عمودند.



طبق قاعده دست راست، نیروی مغناطیسی وارد بر e و هسته اتم H (پروتون) را تعیین می‌کنیم.



بنابراین e به سمت پایین و P به سمت بالا منحرف می‌شود. چون جرم الکترون از پروتون کمتر است و به آن‌ها نیروی هم‌اندازه‌ای وارد می‌شود، الکترون انحراف بیشتری پیدا می‌کند و سریع‌تر از مسیرش منحرف می‌شود. پس گزینه (۱) درست است.

گام اول: ابتدا شار مغناطیسی گذرنده از پیچه را در حالت‌های اول و دوم محاسبه می‌کنیم. برای این کار فرض می‌کنیم که نیم‌خط عمود بر صفحه رو به بالاست.

$$\phi_1 = B_1 A = 0.06 \times 50 \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\phi_2 = B_2 A \cos 180^\circ = 0.04 \times 50 \times 10^{-4} \times (-1) = -2 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

گام دوم: جریان القایی گذرنده از حلقه‌ها و آمپرسنج را به دست می‌آوریم:

$$I = \left| \frac{N \Delta \phi}{R \Delta t} \right| = \left| \frac{500}{2} \times \left(\frac{-2 \times 10^{-4} - 3 \times 10^{-4}}{0.05} \right) \right| = 2/5 \text{ A}$$

ابتدا میدان مغناطیسی را در ابتدا و انتهای بازه زمانی به دست می‌آوریم:

$$t_1 = 1 \Rightarrow B_1 = 1 - 4 + 10 = 7 \text{ T}$$

$$\Rightarrow t_2 = 3 \Rightarrow B_2 = 9 - 12 + 10 = 7 \text{ T}$$

چون اندازه و علامت میدان مغناطیسی ثابت مانده، پس شار نیز ثابت می‌ماند و نیروی محرکه‌ای القا نخواهد شد.

$$\Delta B = 0 \Rightarrow \Delta \Phi = 0 \Rightarrow \varepsilon = 0$$

با استفاده از جریان القایی می‌توان نوشت:

$$I = \frac{-N \Delta \Phi}{R \Delta t} = \frac{-200 \times (0.005 - 0.02)}{15 \times 0.1} = 2 \text{ A}$$

بیشینه جریان عبوری از سیملوله $6A$ و زمان مشخص شده روی نمودار برابر $\frac{T}{4}$ است. بنابراین

$$I_{\max} = 6A$$

$$T + \frac{T}{4} = \frac{1}{f_0} \Rightarrow T = \frac{1}{50} s$$

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

$$I = 6 \sin \frac{2\pi}{1} \times \frac{1}{f_{00}} = 3\sqrt{2} A$$

حال با استفاده از رابطه انرژی القاگر، ضریب خودالقایی را حساب می‌کنیم:

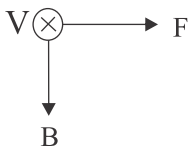
$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

$$72 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} L \times 9 \times 2 \Rightarrow L = 8 \times 10^{-3} H = 8 mH$$

$$\begin{cases} \bar{\varepsilon} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \\ \bar{\varepsilon} = R\bar{I} \end{cases} \Rightarrow R\bar{I} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow R \frac{\Delta q}{\Delta t} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow |\Delta q| = N \frac{\Delta\Phi}{R}$$

$$\Rightarrow |\Delta q| = 2 \times \frac{-0/5 - 0/5}{5} \Rightarrow |\Delta q| = 0/4 C$$

باتوجه به قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی (اگر بار مثبت باشد) روبه‌بالا است ولی چون بار منفی است، جهت میدان روبه‌پایین است.



بررسی گزینه‌ها:

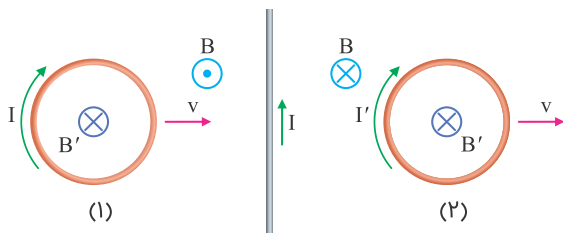
$$۱) B = \frac{F}{IL \sin \alpha} \Rightarrow [B] = \frac{N}{A \cdot m} = \frac{kg \cdot m/s^2}{A \cdot m} = kg/A \cdot s^2$$

$$۲) \Phi = BA \cos \theta \Rightarrow [\Phi] = \frac{kg}{A \cdot s^2} \times m^2$$

$$۳) E = \frac{F}{q} \Rightarrow [E] = \frac{kg \cdot m/s^2}{C} = \frac{kg \cdot m}{C \cdot s^2} = kg \cdot m/A \cdot s^3$$

$$۴) \bar{\epsilon} = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow [\bar{\epsilon}] = \frac{kg \cdot m^2}{A \cdot s^2} \times \frac{1}{s}$$

گزینه "۳" صحیح است.

۱) ساعتگرد شدن حلقه به سیم $\Rightarrow \Phi \uparrow \Rightarrow B \odot, B'$ مخالف $\Rightarrow I'$ ساعتگرد۲) دور شدن حلقه از سیم $\Rightarrow \Phi \downarrow \Rightarrow B \otimes, B'$ موافق $\Rightarrow I'$ ساعتگرد

اگر میدان مغناطیسی در راستای محور y برقرار باشد، شاری از داخل قاب نمی‌گذرد؛ پس تغییری در شارژ هم رخ نداده و نیروی محرکه‌ای در آن القا نمی‌شود.

آهنرباهای الکتریکی، آهنرباهای غیردائمی‌اند؛ بنابراین در ساخت آن‌ها از فرومغناطیس نرم مانند آهن استفاده می‌شود. فولاد یکی از آلیاژهای آهن جزء مواد فرومغناطیس سخت است.

گام اول: بزرگی نیروی محرکه القایی در قسمت MN از رابطه $\mathcal{E} = Bv\ell$ به دست می‌آید. بنابراین اندازه سرعت میله برابر است با:

$$\mathcal{E} = |\Delta V| = Bv\ell \Rightarrow 20 = (10^3 \times 10^{-4}) \times v \times 0.2 \Rightarrow v = 1000 \text{ m/s}$$

گام دوم: از آنجا که پتانسیل نقطه M از نقطه N بیشتر است، بارهای منفی میله با حرکت آن در میدان به طرف نقطه N رانده شده‌اند، پس به بارهای منفی درون میله نیرویی به سمت پایین وارد شده است. طبق قاعده دست راست و قرینه کردن جهت نیرو (بار الکترون منفی است) جهت حرکت میله را تعیین می‌کنیم:



بنابراین میله به سمت راست حرکت کرده است.

گام اول: برای معلق ماندن سیم در میدان مغناطیسی باید نیروی مغناطیسی وارد بر آن رو به بالا و اندازه آن برابر با وزن سیم باشد. سؤال اشاره‌ای به زاویه بین جریان و میدان مغناطیسی نکرده است ولی باتوجه به اینکه حداقل بزرگی میدان مغناطیسی را می‌خواهد، بنابراین باتوجه به رابطه $F = I\ell B \sin \theta$ و ثابت بودن I و ℓ ، $\sin \theta$ باید حداکثر مقدار ممکن را داشته باشد؛ پس می‌توان نوشت:

$$\sin \theta = 1$$

گام دوم: بزرگی نیروی مغناطیسی و وزن جسم را برابر قرار می‌دهیم. باتوجه به اینکه جرم سیم هم در صورت سؤال بیان نشده از رابطه $\rho = \frac{m}{V}$ استفاده می‌کنیم. همچنین حجم سیم برابر با حاصل ضرب مساحت سطح مقطع و طول سیم است.

$$F_B = mg \Rightarrow I\ell B \sin \theta = \rho V g \xrightarrow{\sin \theta = 1} I\ell B = \rho A\ell g$$

$$\Rightarrow B = \frac{\rho A g}{I} \xrightarrow{A = \pi r^2, r = \frac{d}{2} = 0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}} B = \frac{9000 \times \pi \times (0.5 \times 10^{-3})^2 \times 10}{0.3}$$

$$\Rightarrow B = \frac{9\pi \times (0.5)^2 \times 10^{-2}}{0.3} = 7/5\pi \times 10^{-2} \text{ T}$$

میدان ناشی از حلقه در مرکز حلقه درون سو است؛ پس به بار الکتریکی نیرویی وارد نمی‌شود چراکه زاویه بین میدان و سرعت ذره برابر با صفر است.

$$F = qvB \sin 0 = 0$$

طبق قانون دوم نیوتون، شتاب از رابطه $a = \frac{F}{m}$ به دست می‌آید و نیروی وارد بر بار نیز از رابطه $F = qvB \sin \alpha$ ، پس داریم:

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{\frac{F_2}{m_2}}{\frac{F_1}{m_1}} = \frac{\frac{q_2 v_2 B_2 \sin \alpha_2}{m_2}}{\frac{q_1 v_1 B_1 \sin \alpha_1}{m_1}} \Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = \frac{\frac{\frac{q_2}{2} \times \frac{v_2}{2} \times \frac{B_2}{2}}{m_2}}{\frac{q_1 v_1 B_1}{m_1}} = \frac{1}{4}$$

طبق رابطه $F = IBL \sin \theta$ به سیم‌ها نیرو وارد می‌شود. میدان و جریان برای هر سه یکسان است. برای سیم‌ها مقدار $L \sin \theta$ که همان مؤلفه قائم سیم‌ها در میدان مغناطیسی است نیز یکسان بوده و در نتیجه به آن‌ها نیروی مساوی وارد می‌شود.