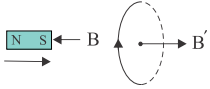




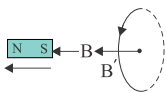
طبق قانون لنز جریان القایی درجهتی است که با جهت تغییر شار مخالفت می‌کند. حال به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم. جهت میدان مغناطیسی آهنربا را با B و میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی را با B' نمایش می‌دهیم.

گزینه ۱:



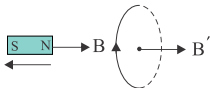
$\vec{B}$ در حال افزایش است؛ بنابراین B' در خلاف جهت B ایجاد می‌شود و جریان القایی طبق قاعده دست راست خلاف جهت نشان داده شده است.

گزینه ۲:



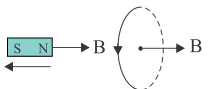
$\vec{B}$ در حال کاهش است؛ بنابراین B' درجهت B ایجاد می‌شود و جریان القایی طبق قاعده دست راست خلاف جهت نشان داده شده است.

گزینه ۳:



$\vec{B}$ در حال کاهش است؛ بنابراین B' درجهت B ایجاد می‌شود و جریان القایی طبق قاعده دست راست خلاف جهت نشان داده شده است.

گزینه ۴:

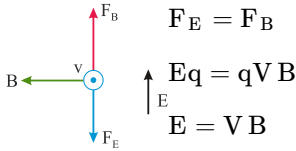


$\vec{B}$ در حال کاهش است؛ بنابراین B' درجهت B تولید می‌شود و جریان القایی طبق قاعده دست راست درست نشان داده شده است.

تذکر ۱) جهت میدان مغناطیسی از قطب N به S است.

تذکر ۲) طبق قاعده دست راست اگر انگشت شست دست راست را هم‌جهت با جریان در نظر بگیریم، جهت خم شدن چهار انگشت دست راست، جهت خطوط میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد.

شرط عدم انحراف الکترون در دو میدان الکتریکی و مغناطیسی آن است که نیروهای این دو میدان بر الکترون مساوی و خلاف جهت هم باشند. همچنین می‌دانیم میدان الکتریکی نیرویی خلاف جهت خودش به بار منفی وارد می‌کند.



$$E = 2 \times 10^5 \times 20 \times 10^{-4}$$

$$E = 800 \text{ N/C}$$

$$\vec{E} = 800 \vec{j}$$

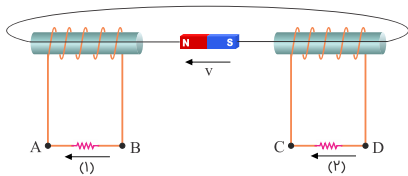
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹

با توجه به اینکه بار الکترون منفی است به کمک دست چپ نیروی وارد بر آن را برون سو $\odot$ به دست می‌آوریم.
حالا از رابطه $F = qvB \sin \alpha$ اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون را محاسبه می‌کنیم:

$$F = qvB \sin \alpha = 1/6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^4 \times 2000 \times 10^{-4} \times \sin 150^\circ = 8 \times 10^{-16} \text{ N}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

باتوجه به جهت حرکت آهنربا میدان راست به چپ در سیم‌لوله ۱ در حال افزایش و در سیم‌لوله ۲ در حال کاهش است لذا جهت جریان القایی در سیم‌لوله ۱ باید طوری باشد که میدان چپ به راست تولید کند و در سیم‌لوله ۲ باید میدان راست به چپ تولید نماید (قانون القای لنز). پس جهت جریان در سیم‌لوله ۱ باید از A به B باشد و در سیم‌لوله ۲ باید از D به C باشد.



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۰

برای ساده‌تر شدن بررسی حرکت قاب بهتر است یک ذره جلوی قاب مثل M را در نظر بگیریم:

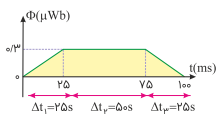


$$\Delta t_1 = \frac{L}{V} = \frac{5 \times 10^{-2} \text{ m}}{2 \text{ m/s}} = 2/5 \times 10^{-2} \text{ s} = 25 \text{ ms}$$

$$\Delta t_2 = \frac{(15 - 5) \times 10^{-2} \text{ m}}{2 \text{ m/s}} = 5 \times 10^{-2} \text{ s} = 50 \text{ ms}$$

$$\Delta t_3 = \frac{5 \times 10^{-2} \text{ m}}{2 \text{ m/s}} = 2/5 \times 10^{-2} \text{ s} = 25 \text{ ms}$$

$$\Phi_{\max} = BA = 2 \times 10^{-4} \times (3 \times 5) \times 10^{-4} = 30 \times 10^{-8} \text{ Wb} = 3/10 \mu \text{Wb}$$



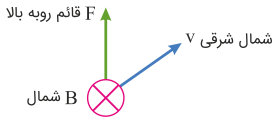
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷

اتم‌های مواد دیامغناطیس به طور ذاتی فاقد خاصیت مغناطیسی هستند (رد گزینه‌های ۱ و ۲)؛ با این وجود حضور میدان مغناطیسی خارجی، می‌تواند سبب القای دو قطبی در خلاف سوی میدان خارجی شود.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

اگر انگشت شست دست راست را در جهت میدان مرکز حلقه قرار دهیم، جهت بسته شدن چهار انگشت، جهت جریان حلقه را نشان می‌دهد. همچنین اندازهٔ میدان مغناطیسی داخل حلقه بزرگ‌تر از بیرون حلقه است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۹



بار ذرهٔ آلفا مثبت است و برای تعیین جهت نیروی وارد بر آن از طرف میدان مغناطیسی از دست راست استفاده می‌کنیم.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

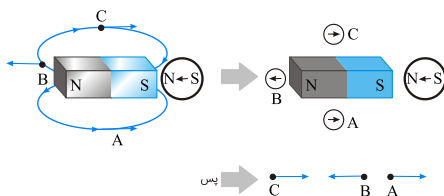
نیروی الکتریکی وارد بر ذرهٔ α در جهت میدان الکتریکی است بنابراین برای آنکه مسیر حرکت ذره تغییر نکند باید نیروی مغناطیسی برخلاف نیروی الکتریکی و رو به بالا باشد.

به کمک قاعدهٔ دست راست می‌توانیم جهت حرکت ذرهٔ α که به سمت (+) محور x است را تشخیص دهیم. حالا از مساوی قرار دادن رابطه‌های $F_B = qvB$ و $F_E = Eq$ تندی ذره را به دست می‌آوریم:

$$F_E = F_B \Rightarrow Eq = qvB \Rightarrow v = \frac{E}{B} = \frac{1000}{1000 \times 10^{-4}} = 10^4 \text{ m/s}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

جهت میدان مغناطیسی در خارج آهنربا از N خارج و به S وارد می‌شود و در هر نقطه میدان مغناطیسی مماس بر مسیر است، پس:



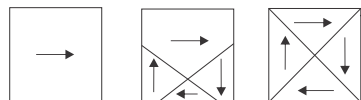
بنابراین گزینهٔ "۱" صحیح است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶

در ماده فرو مغناطیس، دوقطبی‌های مغناطیسی کوچک، خودبه‌خود با دوقطبی‌های مجاور خود هم‌خط می‌شوند.

باتوجه به سمت‌گیری دوقطبی‌های مغناطیسی هر حوزه می‌توان میدان مغناطیسی وارد بر آن‌ها را مورد بررسی قرار داد. در شکل (الف) هیچ‌یک از جهت‌گیری‌های حوزه‌ها بر دیگری برتری ندارد و حجم آن‌ها باهم برابر است؛ بنابراین میدان مغناطیسی وارد بر آن‌ها برابر با صفر است.

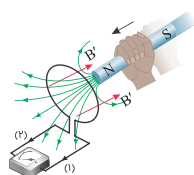
در شکل (ب) نسبت به شکل (الف) مرزهای حفره‌ها جابه‌جا شده‌اند؛ بنابراین ماده فرومغناطیس تحت تأثیر میدان مغناطیسی قرار گرفته است، ولی میدان مغناطیسی آن‌قدر قوی نیست که تمام دوقطبی‌ها هم‌جهت با میدان شوند. در شکل (پ) میدان آن‌قدر قوی است که جهت‌گیری تمام دوقطبی حوزه‌ها هم‌جهت با میدان شده‌اند.



کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۸

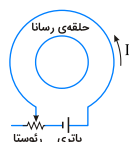
با نزدیک شدن آهنربا به حلقه، شار عبوری از حلقه افزایش می‌یابد بنابراین برای مخالفت با افزایش شار مغناطیسی باید جریان القایی میدان B' را برخلاف جهت میدان اصلی ایجاد کند.

به کمک قاعده دست راست می‌توانیم نتیجه بگیریم که جریان (۱) میدان B' را برخلاف جهت میدان اصلی می‌سازد علاوه بر آن چون این دو میدان برخلاف جهت هم‌اند، همدیگر را دفع می‌کنند.



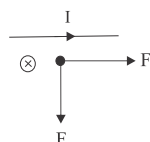
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

باتوجه به شکل، هنگامی که لغزنده رئوسا در حال حرکت به سمت چپ باشد، مقاومت آن و درنهایت مقاومت کل مدار افزایش می‌یابد؛ درنتیجه جریان I کاهش می‌یابد. از طرفی با استفاده از قانون دست راست، میدان مغناطیسی ناشی از جریان I در مدار برون‌سو است که با کاهش جریان، این میدان مغناطیسی نیز کاهش می‌یابد. پس باتوجه به قانون لنز، جریان در حلقه رسانا طوری ایجاد می‌شود که با کاهش میدان مغناطیسی برون‌سوی مدار، مخالفت کند؛ بنابراین جهت جریان القایی در حلقه رسانا، پادساعتگرد است.



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۵

ابتدا با استفاده از قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی را مشخص می‌کنیم، اگر شست دست راست هم‌جهت با جریان سیم باشد جهت خم شدن چهار انگشت دست، جهت خطوط میدان مغناطیسی را در اطراف سیم نشان می‌دهد؛ بنابراین میدان درون‌سو است. برای تعیین جهت نیروی وارد بر ذره متحرک نیز از قاعده دست راست استفاده می‌کنیم؛ به‌گونه‌ای که چهار انگشت دست راست درجهت v باشد و کف دست عمود بر راستای میدان مغناطیسی باشد، شست دست جهت نیرو را نشان می‌دهد (به سمت بالا) که باتوجه به منفی بودن بار الکتریکی ذره، جهت آن را باید درجهت عکس بردار نیروی به‌دست‌آمده در نظر بگیریم؛ یعنی به سمت پایین است.



کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۷

باتوجه به رابطهٔ جریان متناوب $I = I_{\max} \sin \omega t$ و مقایسهٔ آن با $I = \omega \sin \omega \pi t$ نتیجه می‌گیریم:

$$I_{\max} = \omega$$

انرژی سیملوله از رابطهٔ $U = \frac{1}{2} LI^2$ و بیشینهٔ آن به ازای $I_{\max}$ به دست می‌آید:

$$U_{\max} = \frac{1}{2} LI_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times 0.04 \times (\omega)^2 = 500 \times 10^{-3} \text{ J} = 500 \text{ mJ}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶

باتوجه به رابطهٔ میدان مغناطیسی حاصل از حلقهٔ حامل جریان، می‌توانیم یکای کمیت μ_0 را محاسبه کنیم:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{rR} \Rightarrow \mu_0 = \frac{B(rR)}{NI} \Rightarrow [\mu_0] = \frac{[T] \cdot [m]}{[A]}$$

یا باتوجه به رابطهٔ میدان مغناطیسی حاصل از سیملولهٔ حامل جریان داریم:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{\ell} \Rightarrow \mu_0 = \frac{B\ell}{NI} \Rightarrow [\mu_0] = \frac{[T] \cdot [m]}{[A]}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷

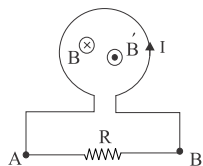
کافی است از رابطهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط استفاده کنیم:

$$\begin{cases} |\vec{\varepsilon}| = \left| -N \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \right| \\ \varphi = (\omega t_1 + \varphi_1) \times 10^{-3} \\ t_1 = 0, \quad t_2 = 2\text{s} \\ N = 1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow |\vec{\varepsilon}| = \left| -1 \times \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\Delta t} \right| = \left| -1 \times \frac{(\omega(2) + \varphi_2) \times 10^{-3} - (0 + 0) \times 10^{-3}}{2 - 0} \right|$$

$$= \left| -\frac{(20 + 12) \times 10^{-3}}{2} \right| = 16 \times 10^{-3} \text{ V} = 16 \text{ mV}$$

از آنجا که $\Delta\varphi > 0$ است ($\Delta\varphi = 32 \times 10^{-3} \text{ (Wb)}$) طبق قانون لنز حلقه در برابر این تغییرات شار مخالفت می‌کند و جریان القایی آن میدانی در خلاف جهت میدان مغناطیسی موجود به وجود می‌آورد؛ به گونه‌ای که اگر انگشت شست درجهت جریان باشد جهت خم شدن چهار انگشت دست به سمت بیرون است؛ بنابراین جهت جریان در مقاومت R از A به B می‌باشد.



کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۸

گام اول

الف) از سیملوله جریان ۴ آمپر می‌گذرد $\leftarrow I = 4A$

ب) انرژی ذخیره‌شده در آن به ۲۰۰ میلی‌ژول می‌رسد $\leftarrow U = 200mJ = 200 \times 10^{-3} J$

ج) ضریب خودالقایی سیملوله چند هانری است؟ $\leftarrow L = ?H$

گام دوم

کافی است از رابطهٔ انرژی ذخیره‌شده در القاگر استفاده کنیم:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow 200 \times 10^{-3} = \frac{1}{2} \times L \times 16$$

$$\Rightarrow L = 25 \times 10^{-3} H = 2/5 \times 10^{-2} H$$

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

$$T + \frac{T}{f} = \frac{1}{f_0} \Rightarrow T = \frac{1}{\omega_0} s$$

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

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

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

$$72 = \frac{1}{2} L \times 9 \times 2 \Rightarrow L = 8 mH$$

نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی را به دست می‌آوریم:

$$F = BIL \sin \alpha$$

$$B = 500 G = 500 \times 10^{-4} T \Rightarrow F = 500 \times 10^{-4} \times 25 \times 0/8 \times \sin 37^\circ$$

$$\Rightarrow F = 5 \times 10^{-2} \times \underbrace{25 \times 0/8}_{20} \times 0/6 = 100 \times 10^{-2} \times 0/6 = 0/6 N$$

طبق قانون دست راست نیروی F قائم و روبه‌پایین است.
بنابراین گزینهٔ "۲" صحیح است.

گام اول

الف) لغزندهٔ رُوستا در نقطه‌ای ثابت مانده بود ← جریان ثابت باقی می‌ماند.

ب) در مدت Δt به سمت چپ حرکت می‌دهیم ← طول مقاومت کاهش می‌یابد؛ بنابراین مقاومت کاهش می‌یابد ($R = \rho \frac{1}{A}$)

گام دوم

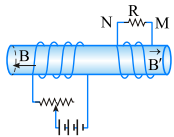
قبل از حرکت دادن لغزندهٔ رُوستا، جریان ثابت است؛ بنابراین میدان و شار مغناطیسی تغییر نمی‌کند.

با ثابت ماندن شار نیز جریان القایی به وجود نمی‌آید

$$(|I| = \left| -\frac{1}{R} \frac{d\phi}{dt} \right|)$$

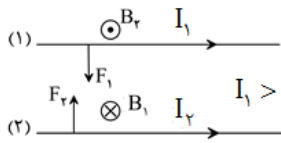
و $I_1 = 0$ است.

با کاهش مقاومت رُوستا، جریان در مدار سیم‌لولهٔ سمت چپ افزایش پیدا می‌کند (جریان در مدار از قطب مثبت به قطب منفی باتری است) و به دنبال آن میدان مغناطیسی (که به سمت چپ است) افزایش پیدا می‌کند؛ در نتیجه شار مغناطیسی عبوری از سیم‌لولهٔ سمت راست کاهش می‌یابد. طبق قانون لنز، جریانی در سیم‌لولهٔ سمت راست، ایجاد می‌شود به گونه‌ای که با این کاهش شار مخالفت کند یعنی میدان مغناطیسی آن به سمت راست باشد؛ که بنابراین طبق قانون دست راست این جریان از M به N است.



گزینه ۱

طبق قانون سوم نیوتن؛ نیرویی که از طرف سیم (۱) بر یک متر از سیم (۲) وارد می‌شود برابر است با نیرویی که از طرف سیم (۲) بر یک متر از سیم (۱) وارد می‌شود؛ بنابراین: $F_1 = F_2$



میدان مغناطیسی که جریان I_1 در محل سیم (۲) ایجاد می‌کند درون‌سو است، بنا بر قاعدهٔ دست راست نیرو به سمت بالا به سیم (۲) $I_1 > I_2$ وارد می‌شود. میدان مغناطیسی ناشی از جریان I_2 در محل سیم (۱)، برون‌سو است و بنا بر قاعدهٔ دست راست نیروی وارد بر آن به سمت پایین است؛ بنابراین دو سیم یکدیگر را جذب می‌کنند (جریان‌های هم‌جهت یکدیگر را جذب می‌کنند).

گزینه ۴

$$B_1 = 0/T$$

$$B_2 = -0/T$$

$$\Delta t = 0/25s$$

$$A = 100 \text{ cm}^2 \times 10^{-4} = 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\varepsilon = -NA \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = -1 \times 10^{-2} \times 1 \frac{-0/1 - 0/1}{0/25} = 4 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$\varepsilon = 4 \times 10^{-3} \times 10^3 = 4 \text{ mV}$$

باتوجه به قانون القای الکترومغناطیس فارادی و باتوجه به اینکه در مسئله میدان مغناطیسی تغییر کرده است، داریم:

$$A = \pi r^2 \Rightarrow A = 3 \times (0.1)^2 = 3 \times 10^{-2}$$

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -N \frac{\Delta B \cdot A \cdot \cos \theta}{\Delta t} \xrightarrow[N=1 \text{ یک حلقه}]{\cos \theta=1 \text{ حلقه عمود بر میدان}} \varepsilon = -3 \times 10^{-2} \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\text{از } 0.1 \text{ تا } 0.5 \Rightarrow \varepsilon_1 = -3 \times 10^{-2} \times \frac{0.5 - 0}{0.1 - 0} = -3 \times 10^{-2} \times 5 = -0.15$$

$$\text{از } 0.5 \text{ تا } 0.2 \Rightarrow \Delta B = 0 \Rightarrow \varepsilon_2 = 0$$

$$\text{از } 0.2 \text{ تا } 0.3 \Rightarrow \varepsilon_2 = -3 \times 10^{-2} \times \frac{0 - 0.5}{0.3 - 0.2} = -3 \times 10^{-2} \times \frac{-0.5}{0.1} = +15 \times 10^{-2} = +0.15$$

که نمودار گزینه "۱" چنین مقادیری را برای نیروی محرکه الکتریکی نشان می‌دهد.

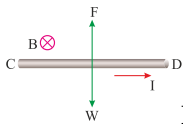
کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶

هنگامی از طرف میله به فلزها نیرو وارد نمی‌شود که نیروی مغناطیسی وارد بر میله وزن آن را خنثی کند.

با روش دست راست جهت جریان در میله را تعیین می‌کنیم.

پس جهت جریان از C به D است.

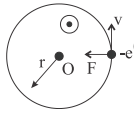
حال اندازهٔ جریان را محاسبه می‌کنیم:



$$F = mg \Rightarrow BIL \sin \alpha = mg \Rightarrow 0.4 \times I \times 0.8 = 0.16 \times 10 \Rightarrow I = 5 \text{ A}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

نیروی وارد بر الکترون یک نیروی مرکزگرا است که درجهت شعاع می‌باشد و بردار سرعت هم‌جهت با حرکت الکترون است. با استفاده از این دو و قاعدهٔ دست راست جهت بردار میدان مغناطیسی را به دست می‌آوریم. انگشتان دست درجهت $\mathbf{v}$ و شست درجهت نیروی مرکز است. جهت میدان مغناطیسی درون سو است؛ اما باتوجه به اینکه ذره، الکترون است و بار آن منفی است باید خلاف جهت به دست آمده را در نظر بگیریم بنابراین میدان مغناطیسی درجهت برون سو است.



اذا میدان الکتریکی نمی‌تواند باعث دوران شود، زیرا برای ایجاد نیروی مرکزگرا باید میدان الکتریکی ناشی از یک بار نقطه‌ای داشته باشیم که جهت میدان به سمت خارج باشد، پس باید در نقطهٔ O بار $+q$ قرار می‌گرفت تا باعث جذب الکترون می‌شد.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۱

نیروی مغناطیسی وارد بر یک سیم به طول L و حامل جریان I که در میدان B قرار گرفته است، برابر است با:

$$F = BIL \sin \alpha$$

$$N = A \times T \times m \Rightarrow T = N/A.m$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۲

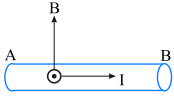
شار مغناطیسی از رابطهٔ $\Phi = BA \cos \theta$ به دست می‌آید و ماکزیمم شار مربوط به زمانی است که قاب عمود بر میدان یا راستای عمود بر سطح با خطوط میدان زاویهٔ صفر می‌سازد؛ و $\cos \theta = 1$ پس:

$$\Phi_{\max} = BA \Rightarrow 4 \times 10^{-3} = 0.2A$$

$$\Rightarrow A = \frac{4 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-1}} = 2 \times 10^{-2} \text{ m}^2 = 2 \times 10^{-2} \times 10^4 \text{ cm}^2 = 200 \text{ cm}^2$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۸۹

باتوجه به قطب‌های مولد، جهت جریان پادساعتگرد است، باتوجه به جهت میدان مغناطیسی و قانون دست راست جهت نیرو را مشخص می‌کنیم. اگر چهار انگشت دست راست درجهت $\mathbf{I}$ و میدان مغناطیسی عمود بر کف دست باشد، انگشت شست جهت نیروی وارد بر میله را نشان می‌دهد که برون‌سو است.



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۴

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۲

گام اول

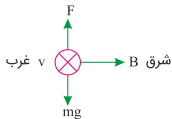
الف) ضریب خودالقایی سیملوله A ، دو برابر ضریب خودالقایی سیملوله B است $\leftarrow \frac{L_A}{L_B} = ۲$
 ب) جریان الکتریکی عبوری از A ، دو برابر جریان الکتریکی سیملوله B است $\leftarrow \frac{I_A}{I_B} = ۲$
 ج) انرژی ذخیره‌شده در سیملوله A ، چندبرابر انرژی ذخیره‌شده در سیملوله B است $\leftarrow \frac{U_A}{U_B} = ?$

گام دوم

کافی است با استفاده از رابطه انرژی ذخیره‌شده در القاگر نسبت $\frac{U_A}{U_B}$ را محاسبه کنیم:

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \Rightarrow \frac{U_A}{U_B} = \frac{\frac{1}{2} L_A I_A^2}{\frac{1}{2} L_B I_B^2} = \frac{L_A}{L_B} \left(\frac{I_A}{I_B} \right)^2 = ۲ \times (۲)^2 = ۸$$

ابتدا جهت میدان را تعیین می‌کنیم:



میدان مغناطیسی به سمت شرق است.

$$F = mg \Rightarrow |q| v B = mg$$

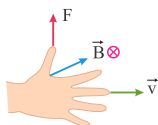
$$\Rightarrow ۵۰ \times ۱۰^{-۶} \times ۲/۵ \times ۱۰^۳ \times B = ۵ \times ۱۰^{-۳} \times ۱۰ \Rightarrow B = ۰/۴ \text{ T}$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

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.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۶

گام اول: ابتدا با استفاده از قاعدهٔ دست راست جهت نیروی وارد بر ذره که همان جهت شتاب نیز می‌باشد را به دست می‌آوریم. پس جهت شتاب در جهت محور y است. (گزینه‌های ۲ و ۴ نادرست‌اند)



گام دوم: حالا به سراغ اندازهٔ نیرو و اندازهٔ شتاب می‌رویم.

$$F = |q| v B \sin \theta \xrightarrow{F=ma} ma = |q| v B \sin \theta$$

$$\Rightarrow 1/7 \times 10^{-27} \times a = 1/6 \times 10^{-19} \times 10^6 \times 170 \times 10^{-4}$$

$$\Rightarrow a = 1/6 \times 10^{10} \text{ m/s}^2$$

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

$$\varepsilon = - \frac{N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}}{\frac{W_b}{s}}$$

ε (ولت (V)
 N (تعداد حلقه‌ها (بدون یکا)
 $\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$ (بدون یکا)
 $\frac{W_b}{s}$ (ولت (V)

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۸

روش اول:

نیروی مغناطیسی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک، طبق رابطهٔ ضرب خارجی زیر به دست می‌آید:

$$\mathbf{F} = q(\mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

$\downarrow$
 ضرب خارجی

پس ابتدا ضرب خارجی دو بردار را می‌یابیم:

$$\begin{aligned} \mathbf{v} \times \mathbf{B} &= \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ 10^5 & \sqrt{3} \times 10^5 & 0 \\ \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} & 0 \end{vmatrix} = \vec{i}(0 - 0) - \vec{j}(0 - 0) + \vec{k}\left(-\frac{1}{2} \times 10^5 - \frac{3}{2} \times 10^5\right) \\ &= -2 \times 10^5 \vec{k} \Rightarrow |\mathbf{v} \times \mathbf{B}| = 2 \times 10^5 \end{aligned}$$

بنابراین:

$$\mathbf{F} = q_e(\mathbf{v} \times \mathbf{B}) = 1/6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^5 = 3/2 \times 10^{-14}$$

روش دوم:

برای محاسبهٔ نیروی وارد بر ذرهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی از رابطهٔ $\mathbf{F} = q\mathbf{vB} \sin \alpha$ استفاده می‌کنیم. در این رابطه به زاویهٔ بین بردارهای سرعت و میدان مغناطیسی نیاز داریم. برای محاسبهٔ این زاویه می‌توانیم از ضرب نقطه‌ای دو بردار کمک بگیریم:

$$\begin{aligned} |\mathbf{v}| &= \sqrt{(1 + 3) \times 10^{10}} = 2 \times 10^5 \\ |\mathbf{B}| &= \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 + \left(-\frac{1}{2}\right)^2} = 1 \\ \vec{\mathbf{v}} \cdot \vec{\mathbf{B}} &= |\mathbf{v}| |\mathbf{B}| \cos \alpha \Rightarrow (10^5 \times \frac{\sqrt{3}}{2}) + \left(\sqrt{3} \times 10^5 \times (-\frac{1}{2})\right) = 2 \times 10^5 \times 1 \times \cos \alpha \\ &\Rightarrow \underbrace{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)}_{=0} \times 10^5 = 2 \times 10^5 \times \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 90^\circ \end{aligned}$$

بنابراین:

$$\mathbf{F} = q\mathbf{vB} \sin \alpha \Rightarrow \mathbf{F} = 1/6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^5 \times \sin 90^\circ = 3/2 \times 10^{-14}$$

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۶

از فرمول قانون فاراده استفاده می‌کنیم:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -\frac{0 - 2 \times 10^{-3}}{10^{-2}} = 0/2V$$

نیروی محرکهٔ القایی ثابت و از $t = 0$ تا $t = 0/2s$ برابر با $0/2V$ است.

نکته: بدون محاسبه می‌توان به نتیجه رسید $\leftarrow$ شیب نمودار $\Phi - t$ با علامت منفی برابر با نیروی محرکهٔ القایی است. چون شیب نمودار ثابت و منفی است، بنابراین نیروی محرکهٔ القایی باید ثابت و مثبت باشد و تنها نمودار گزینهٔ ۲ بیانگر این مطلب است.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۹

وقتی مادهٔ فرومغناطیس در یک میدان مغناطیسی خارجی قوی قرار می‌گیرد، تمام حوزه‌های مغناطیسی آن با یکدیگر هم‌خط می‌شوند، بنابراین گزینۀ (۳) صحیح است.



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۳

بزرگی نیروی محرکۀ القایی متوسط را از رابطۀ $\bar{\mathcal{E}} = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$ به دست می‌آوریم.

$$\bar{\mathcal{E}} = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| -1 \times \frac{A\Delta B \cos\theta}{\Delta t} \right| = \left| -1 \times \frac{6 \times 10^{-2} \times (-200 \times 10^{-4}) \times 1}{10^{-3}} \right|$$

$$\Rightarrow \bar{\mathcal{E}} = 1/2 \text{ V}$$

چون میدان مغناطیسی در حال کاهش است، شار مغناطیسی نیز در حال کاهش است. طبق قانون لنز، جهت جریان القایی به‌گونه‌ای است که با کاهش شار مخالفت کند. پس جریان القایی در جهتی است که میدان مغناطیسی القایی درون سویی ایجاد کند. طبق قاعدۀ دست راست جهت جریان القایی باید ساعتگرد باشد.

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۴۰۰

کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۵

گام اول

الف) یک میلهٔ فلزی به طول ۳۰ سانتی‌متر $L = 30 \text{ cm} = 0/3 \text{ m}$

ب) در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با سرعت $v = 2 \text{ m/s}$ $\leftarrow 2 \text{ m/s}$

ج) در راستای عمود بر خطوط میدان حرکت می‌کند $\mathcal{E} = BvL$ $\leftarrow$

د) اگر اندازۀ میدان مغناطیسی ۰/۰۵ تسلا باشد، نیروی محرکۀ القاشده در این میله چند میلی‌ولت است؟ $\mathcal{E} = ? \text{ (mV)}$, $B = 0/05 \text{ T}$

گام دوم

با استفاده از رابطۀ $\mathcal{E} = BvL$ داریم:

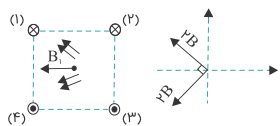
$$\mathcal{E} = BvL = 0/05 \times 2 \times 0/3 = 0/03 \text{ V} = 30 \text{ mV}$$

گام اول

الف) از هر سیم جریان یکسان I عبور می‌کند $\leftarrow \left| \vec{B}_1 \right| = \left| \vec{B}_2 \right| = \left| \vec{B}_3 \right| = \left| \vec{B}_4 \right| = B$
 ب) در کدام شکل، بزرگی میدان مغناطیسی برآیند در مرکز مربع بیشترین مقدار را دارد؟ $B_T = ?$

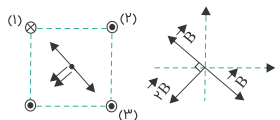
گام دوم

باید جهت میدان مغناطیسی هر سیم را در مرکز مربع مشخص کنیم تا برآیند آن‌ها را به دست بیاوریم.
 گزینه "۱":



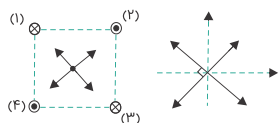
$$B_{T_1} = \sqrt{(rB)^2 + (rB)^2} = 2\sqrt{2}B$$

گزینه "۲":



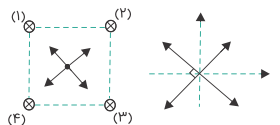
$$B_{T_2} = rB$$

گزینه "۳":



$$B_{T_3} = 0$$

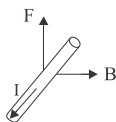
گزینه "۴":



$$B_{T_4} = 0$$

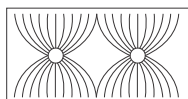
با مقایسه B_T گزینه‌ها مشخص است که گزینه ۱ بیشترین مقدار B_T را دارد.

با استفاده از قانون دست راست جهت نیروی وارد بر سیم را مشخص می‌کنیم. اگر چهار انگشت دست راست را در جهت جریان سیم به گونه‌ای بگیریم که کف دست عمود بر جهت میدان مغناطیسی باشد، شست دست جهت نیروی وارد بر سیم را نشان می‌دهد.



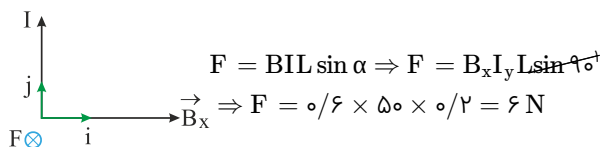
کنکور سراسری علوم تجربی خارج از کشور ۱۳۹۳

از آنجا که دو قطب آهنربا همنام هستند، خطوط میدان آن‌ها به صورت زیر است:



کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۰

فقط مؤلفه‌ای از میدان مغناطیسی می‌تواند به سیم نیرو وارد کند که بر آن عمود باشد:



با استفاده از قاعده دست راست جهت نیرو به سمت داخل صفحه است.

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۳۹۷