



گزینه ۳

۱

چون جریان در جهت نشان داده شده از نقطه A به B است و میدان خارج آهنربا از N به S است، پس نیرویی که به سیم وارد می‌شود، به سمت بالا خواهد بود؛ پس طبق قانون سوم نیوتون نیرویی که به آهنربا وارد می‌شود، به سمت پایین خواهد بود و نیروسنج عدد بزرگ‌تری را نشان خواهد داد.

گزینه ۱

۲

نیروی بین دو سیم حامل جریان از نوع عمل و عکس‌العمل است که از نظر اندازه باهم برابرند ولی در خلاف جهت یکدیگر.
اگر جهت جریان‌ها یکسان باشد، نیرو جاذبه و اگر خلاف جهت هم باشند دافعه است.

گزینه ۳

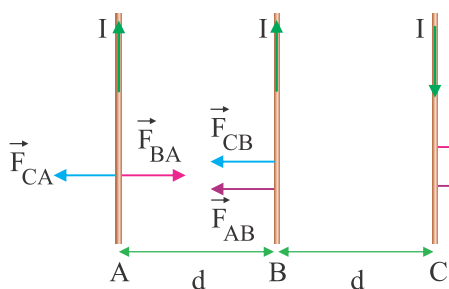
۳

باتوجه به رابطه میدان در سیم‌لوله حامل جریان $B = \frac{\mu_0 I}{\ell} \times N$ ؛ چون صورت سؤال در مورد حداکثر میدان مغناطیسی صحبت کرده پس حلقه‌های سیم‌لوله باید به یکدیگر چسبیده باشند، پس طول سیم‌لوله برابر است با (قطر مقطع سیم $\times$ تعداد حلقه) و از آنجا که سطح مقطع سیم برابر 0.75 cm^2 است، داریم:

$$\pi r^2 = \frac{3}{4} \Rightarrow r^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow r = 0.5 \text{ cm} \Rightarrow D = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$B = \frac{12 \times 10^{-7} \times 10}{10^{-2}} = 12 \times 10^{-4} \text{ (T)} \xrightarrow{\times 10^4} 12 \text{ (G)}$$

گام اول: باتوجه به اینکه جریان‌های همسو همدیگر را می‌ربایند و جریان‌های ناهمسو همدیگر را می‌رانند، بردار نیروی وارد بر هر سیم از طرف سیم‌های دیگر را رسم می‌کنیم. ($\vec{F}_{AB}$ بیانگر نیرویی است که سیم A به سیم B وارد می‌کند) باتوجه به جهت نیروها، نیروی خالص وارد بر هر سیم به صورت زیر خواهد بود:



$$\vec{F}_{BC} \quad \vec{F}_A = F_{BA} - F_{CA} \quad F_B = F_{CB} + F_{AB} \quad F_C = F_{BC} + F_{AC}$$

گام دوم: سیم B نسبت به سیم C به A نزدیک‌تر است؛ بنابراین:

$$F_{AB} > F_{AC} \quad (۱)$$

همچنین $\vec{F}_{CB}$ و $\vec{F}_{BC}$ عمل و عکس‌العمل یکدیگرند:

$$F_{BC} = F_{CB} \quad (۲)$$

$$(۱), (۲) \Rightarrow F_{CB} + F_{AB} > F_{BC} + F_{AC} \Rightarrow F_B > F_C \quad I$$

گام سوم: $\vec{F}_{AC}$ و $\vec{F}_{CA}$ عمل و عکس‌العمل یکدیگرند؛ بنابراین:

$$F_{AC} = F_{CA} \quad (۳)$$

فاصله سیم B از سیم A و C یکسان است؛ بنابراین:

$$F_{BC} = F_{BA} \quad (۴)$$

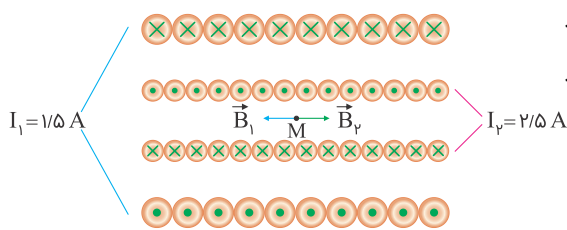
$$(۳), (۴) \Rightarrow F_{BC} + F_{AC} < F_{BA} - F_{CA} \Rightarrow F_C > F_A \quad II$$

گام چهارم: باتوجه به روابط I و II می‌توان نوشت:

$$F_B > F_C > F_A$$

گام اول:

با استفاده از قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی دو سیم‌لوله را در نقطه M تعیین می‌کنیم:



میدان مغناطیسی سیم‌لوله‌ها در خلاف جهت یکدیگرند. برای صفر شدن میدان برآیند در نقطه M اندازه میدان‌ها باید با یکدیگر برابر باشد:

$$B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{\mu_0 N_1 I_1}{\ell_1} = \frac{\mu_0 N_2 I_2}{\ell_2} \xrightarrow{\ell_1 = \ell_2} N_1 I_1 = N_2 I_2$$

گام دوم: تعداد دورها در واحد طول (یک متر) از سیم‌لوله بیرونی 50 m^{-1} است؛ یعنی در هر متر از آن 50 دور وجود دارد. باتوجه به اینکه طول سیم‌لوله 0.5 m است، تعداد دورهای سیم‌لوله $n = \frac{N}{LN} = 50 \times 0.5 = 25$ است.

$$N_1 I_1 = N_2 I_2 \Rightarrow 25 \times 1/5 = N_2 \times 2/5 \Rightarrow N_2 = \frac{25 \times 1/5}{2/5} = 15$$

اگر می‌خواهید فاصله بین نقاط ابتدایی و انتهایی سیم در راستای عمود بر میدان را به دست آورید باید این موضوع را بدانید که اگر سیم در صفحه عمود بر $\vec{B}$ قرار دارد؛ یعنی زاویه بین $\vec{B}$ و ℓ همواره 90° است. درواقع زمانی که قسمت‌های مختلف سیمی به شکل دلخواه با میدان مغناطیسی زوایای مختلفی می‌سازند، باید به دنبال فاصله بین نقاط ابتدایی و انتهایی سیم در راستای عمود بر میدان باشیم. در این سؤال زوایای بین قسمت‌های مختلف سیم با میدان همواره برابر با 90° است و محاسبات ما باید مانند زمانی باشد که سیم مستقیم با طولی برابر طول نیم‌دایره در میدان مغناطیسی عمود قرار دارد؛ بنابراین باید نوشت:

$$F = I \ell B \sin \theta \xrightarrow[\ell = \pi r]{\theta = 90^\circ} F = 3 \times \pi \times 0.05 \times 0.4 \times 1 = 0.6\pi \text{ (N)}$$

گام اول: میدان مغناطیسی سیم‌لوله‌ای که حلقه‌های آن کاملاً به هم چسبیده‌اند از رابطه زیر به دست می‌آید (۲) شعاع مقطع سیم است):

$$B = \mu_0 \frac{I}{2r}$$

باتوجه به روابط $V = RI$ و $R = \rho \frac{L}{A}$ می‌توان نوشت:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{\rho \frac{L}{A}} = \frac{VA}{\rho L} \xrightarrow{A=\pi r^2} I = \frac{V \pi r^2}{\rho L}$$

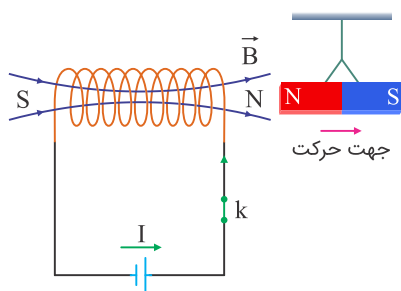
مقدار r را در رابطه میدان مغناطیسی جایگذاری می‌کنیم:

$$B = \mu_0 \frac{V \pi r^2}{2 \rho L r} \Rightarrow r = \frac{2 B \rho L}{\mu_0 V \pi}$$

گام دوم: مقادیر داده‌شده در صورت تست را جایگذاری می‌کنیم:

$$r = \frac{2 \times 0.05 \times 1/7 \times 10^{-8} \times 24}{4\pi \times 10^{-7} \times 12 \times \pi} \xrightarrow{\pi^2 \approx 10} r = 0.85 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.85 \text{ mm}$$

با بسته شدن کلید K جریانی مطابق شکل زیر در سیم‌لوله جاری می‌شود. مطابق قانون دست راست، اگر سیم‌لوله را طوری در دست راست بگیریم که با چهار انگشت، جریان الکتریکی را در سیم‌لوله تعقیب کنیم، انگشت شست قطب N سیم‌لوله را نشان می‌دهد، بنابراین در سمت راست سیم‌لوله قطب N ایجاد می‌شود و به علت نیروی دافعه بین قطب‌های همنام، آهن‌ربا به سمت راست جابه‌جا می‌شود.



گام اول: ابتدا با استفاده از رابطه نیروی مغناطیسی وارد بر ذره، میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله را دست می‌آوریم:

$$F_B = |q| v B \sin \theta$$

$$\Rightarrow 5/76 \times 10^{-3} = 20 \times 10^{-6} \times 10^5 \times B \times \sin 30^\circ$$

$$\xrightarrow{\sin 30^\circ = \frac{1}{2}} B = \frac{5/76 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-6} \times 10^5 \times \frac{1}{2}} \Rightarrow B = 5/76 \times 10^{-3} \text{ T}$$

گام دوم: حالا با استفاده از رابطه میدان مغناطیسی درون سیم‌لوله، تعداد حلقه‌ها را به دست می‌آوریم:

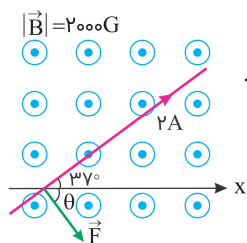
$$B = \mu_0 n I = \mu_0 \frac{N}{\ell} I \Rightarrow 5/76 \times 10^{-3} = 12 \times 10^{-7} \times \frac{N}{1} \times 6$$

$$\Rightarrow N = \frac{5/76 \times 10^{-3} \times 1}{12 \times 10^{-7} \times 6} = \frac{5/76}{12 \times 6} \times 10^4 \Rightarrow N = 800$$

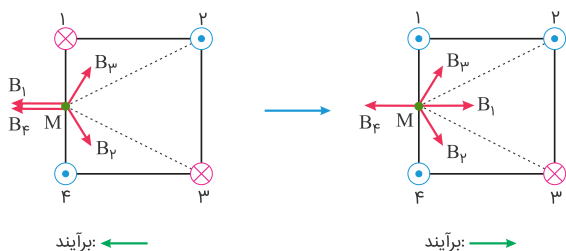
گام اول: ابتدا بزرگی نیروی وارد بر ۲ m سیم را با استفاده از رابطه $F = B I \ell \sin \alpha$ به دست می‌آوریم.

$$F = B I \ell \sin \alpha = (2000 \times 10^{-4}) \times 2 \times 2 \times \sin 90^\circ = 0.8 \text{ N}$$

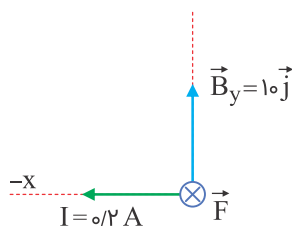
گام دوم: طبق قاعده دست راست، جهت نیروی وارد بر سیم را تعیین می‌کنیم.



چون بردار $\vec{F}$ بر سیم عمود است، زاویه نیروی F با جهت مثبت محور x برابر $\theta = 90^\circ - 37^\circ = 53^\circ$ است.



مؤلفه $\vec{B}_x$ در راستای سیم راست است و بر سیم هیچ نیرویی وارد نمی کند. بنابراین تنها $\vec{B}_y = 10\vec{j}$ را در نظر گرفته و اندازه و جهت نیروی وارد بر سیم (قاعده دست راست) را به دست می آوریم:



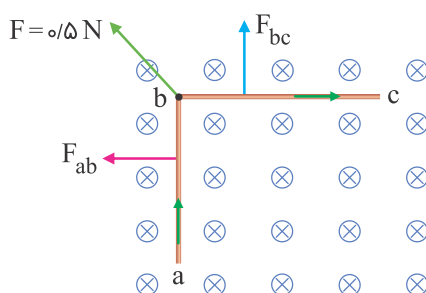
$$F = BIl \sin \theta \xrightarrow{B=10 \text{ T}, I=0.2 \text{ A}, \ell=5 \text{ m}, \theta=90^\circ} F = 10 \times 0.2 \times 5 \times \sin 90^\circ = 10 \text{ N}$$

برای آن که نیروی خالص در ربع دوم صفحه $x-y$ باشد، باید:

F_{ab} : به طرف چپ

F_{bc} : رو به بالا باشد، بنابراین جریان از a به b به c است.

نیروی خالص برآیند این دونیرو است.



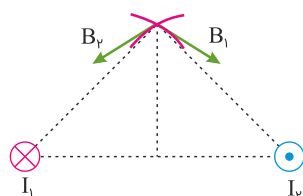
$$\vec{F} = \vec{F}_{ab} + \vec{F}_{bc} \quad (1)$$

$$\begin{cases} F_{ab} = IL_{ab}B \\ F_{bc} = IL_{bc}B \end{cases} \Rightarrow \frac{F_{ab}}{F_{bc}} = \frac{L_{ab}}{L_{bc}} = \frac{12}{16} = \frac{3}{4} \quad (2)$$

$$\xrightarrow{(1),(2)} \begin{cases} F_{ab} = 0.3 \text{ (N)} \\ F_{bc} = 0.4 \text{ (N)} \end{cases}$$

$$F_{ab} = IL_{ab}B \Rightarrow \frac{3}{10} = I \times \frac{12}{100} \times \frac{1}{4} \Rightarrow I = 10 \text{ (A)}$$

کمانی به مرکز سیم I_1 و به شعاع فاصله آن سیم تا نقطه M می زنیم و همین کار را با سیم I_2 تکرار می کنیم.



میدان هر سیمی در نقطه M بر کمان مربوط به همان سیم مماس است و جهت آن طبق قانون دست راست تعیین می شود.

ابتدا با داشتن توان، جریان عبوری از مدار و سیملوله را می‌یابیم:

$$P = RI^2 \Rightarrow 125 = 5 \times I^2 \Rightarrow I = 5A$$

در گام بعد میدان مغناطیسی داخل سیملوله را محاسبه می‌کنیم:

$$B = \mu_0 \frac{N}{L} I = 12 \times 10^{-7} \times \frac{70}{0/14} \times 5 = 3 \times 10^{-3} = 30G$$