مدت زمان آزمون: --

نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: **مغناطیس - متوسط و دشوار**

مرکز مشاوره تحصیلی
راه روشن

---

۱) چه تعداد از گزاره‌های زیر، درست است؟

آ) اگر دو میله کاملاً مشابه یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در ا ختیار داشته باشیم، فقط با توجه به برهم‌کنش آن‌ها با یکدیگر، می‌توان نوع قطب‌های آهنربا را تشخیص داد.

ب) خطوط میدان مغناطیسی برخلاف خطوط میدان الکتریکی، مسیرهای بسته‌ای را تشکیل می‌دهند.

پ) هیچ گواه تجربی مبتنی بر وجود تک‌قطبی مغناطیسی وجود ندارد.

ت) ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیه بزرگی از فضا ساده و امکان‌پذیر است.

۱) ۱ **۲) ۲** **۳) ۳** **۴) ۴**

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

به‌بررسی هر یک از موارد می‌پردازیم:

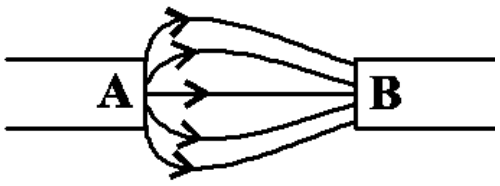
آ) اگر دو میله کاملاً مشابه یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا داشته باشیم، فقط می‌توان آهن و یا آهنربا بودن آن‌ها را از یکدیگر تشخیص داد و نمی‌توان نوع قطب‌های آهنربا را مشخص کرد. پس این گزاره نادرست است.

ب) خطوط میدان مغناطیسی خطوط بسته‌ای هستند، پس این گزاره درست است.

پ) این گزاره نیز درست است، زیرا در طبیعت تاکنون هیچ تک‌قطبی مغناطیسی یافت نشده است.

ت) ایجاد میدان مغناطیسی یکنواخت در ناحیه بزرگی از فضا، بسیار دشوار و در عمل امکان‌ناپذیر است. پس این گزاره نادرست است.

۲) در شکل زیر که خطوط میدان مغناطیسی ناشی از دو آهنربا را نشان می‌دهد، قطب‌های A وB به‌ترتیب از راست به چپ کدام‌اند و کدام آهنربا قوی‌تر است؟



آهنربای (۲)　　آهنربای (۱)

۱) N وS - آهنربای (۱)
۲) N وS - آهنربای (۲)
۳) S وS - آهنربای (۱)
۴) S وS - آهنربای (۲)

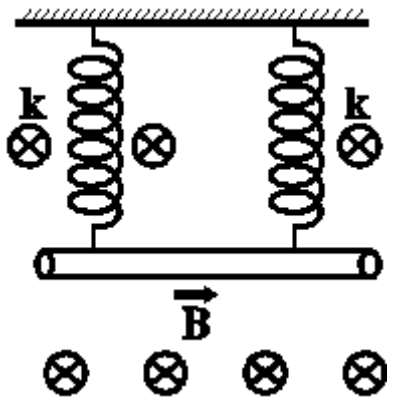
پاسخ: گزینه ۲

گزینهٔ «۲»

خطوط میدان مغناطیسی از قطب مغناطیسیA خارج و به قطب مغناطیسی B وارد شده است، پس قطب‌های A وB به‌ترتیب N وS هستند.

از طرفی تراکم خطوط میدان در اطراف قطبB بیشتر است، پس آهنربای (۲) قوی‌تر می‌باشد.

③ مطابق شکل زیر، میله رسانایی به چگالی ρ و سطح مقطع A را از دو فنر یکسان با ثابت k آویزان می‌کنیم و پس از تعادل، هر فنر به اندازه d افزایش طول می‌یابد. با عبور جریان I از میله و قرار دادن مجموعه در میدان مغناطیسی درون سوی یکنواخت B، طول هر فنر نسبت به حالت قبل به اندازه d' بیشتر افزایش خواهد یافت. $\frac{d'}{d}$ برابر با کدام است؟



۱) $\frac{IB}{\rho Ag}$

۲) $\frac{2IB}{\rho Ag}$

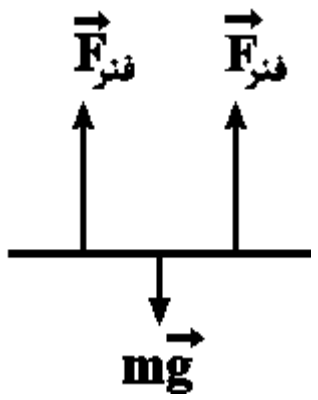
۳) $\frac{2IB}{\rho Ag}$

۴) $\frac{\sqrt{2}IB}{\rho Ag}$

پاسخ: گزینه ۱

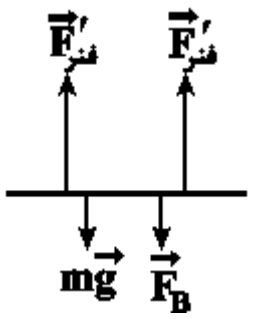
گزینهٔ «۱»

در حالت اول افزایش طول فنر برابر است با:



$mg = 2F_{فنر} \Rightarrow mg = 2kd \Rightarrow d = \frac{mg}{2k}$

با توجه به اینکه افزایش طول فنر را بعد از اعمال میدان مغناطیسی B داشته‌ایم، یعنی نیروی مغناطیسی رو به پایین است:



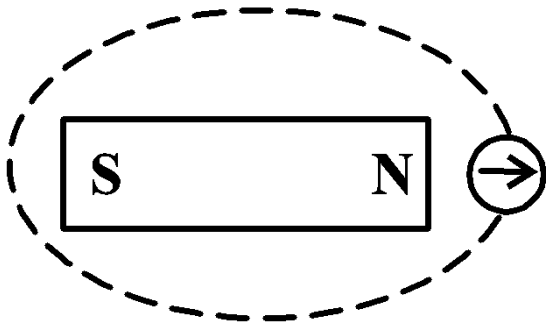
$mg + F_B = 2F'_{فنر} \Rightarrow mg + I\ell B = 2k(d + d')$

$\xrightarrow{mg=2kd} I\ell B = 2kd' \Rightarrow d' = \frac{I\ell B}{2k}$

$\Rightarrow \frac{d'}{d} = \frac{\frac{I\ell B}{2k}}{\frac{mg}{2k}} = \frac{I\ell B}{mg}$

$\xrightarrow{m=\rho V=\rho A\ell} \frac{d'}{d} = \frac{I\ell B}{\rho A\ell g} = \frac{IB}{\rho Ag}$

④ یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل زیر، قرار گرفته است. یک عقربه مغناطیسی که می‌تواند آزادانه حول محور قائم بچرخد، روی مسیر مشخص شده به دور آهنربا یک دور کامل می‌چرخد. در این مسیر عقربه چند درجه دوران می‌کند؟

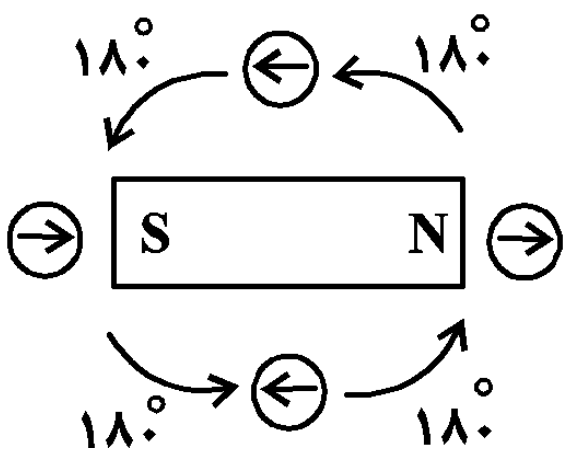


۱) ۲۷۰
۲) ۳۶۰
۳) ۷۲۰
۴) ۵۴۰

پاسخ: گزینه ۳

گزینهٔ «۳»

با توجه به شکل زیر، عقربه $۴ \times ۱۸۰^\circ = ۷۲۰^\circ$ می‌چرخد.



⑤ توسط سیمی به طول ۲۵ متر، سیملوله‌ای آرمانی به طول ۵cm تولید می‌کنیم که در هنگام عبور جریان الکتریکی۵Aاز آن، بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت داخل سیملوله برابر با ۲mT شود. شعاع حلقه‌های این سیملوله چند سانتی‌متر است؟ $(\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \frac{T.m}{A})$

۱) ۲۵
۲) ۰/۲۵
۳) ۲۵×۱۰^{-۴}
۴) ۲/۵

پاسخ: گزینه ۱

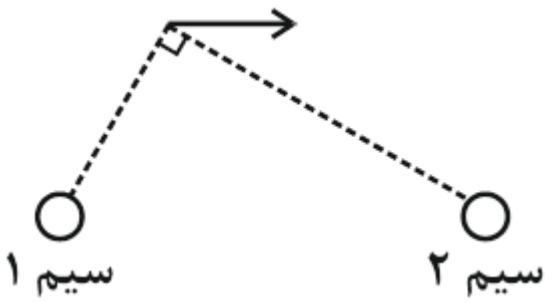
گزینه «۱»

ابتدا با استفاده از رابطه زیر، تعداد حلقه‌های سیملوله را محاسبه کرده و سپس با توجه به طول سیم، شعاع حلقه‌های آن قابل محاسبه است:

$$B = \frac{\mu_۰ NI}{\ell} \Rightarrow ۲ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times N \times ۵}{۵ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow N = \frac{۵۰}{\pi}$$

$$N = \frac{L}{۲\pi R} \Rightarrow \frac{۵۰}{\pi} = \frac{۲۵}{۲\pi R} \Rightarrow R = \frac{۲۵}{۱۰۰} m = ۲۵cm$$

⑥ برایند میدان‌های مغناطیسی ناشی از دو سیم بلند و موازی حامل جریان که بر صفحه عمود هستند، در نقطه‌ای از صفحه مطابق شکل زیر است. جهت جریان سیم‌های ۱ و ۲ به‌ترتیب از راست به چپ مطابق با کدام گزینه است؟

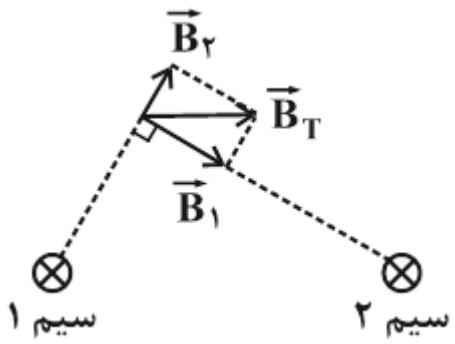


۱) درون‌سو – برون‌سو
۲) برون‌سو – درون‌سو
۳) درون‌سو – درون‌سو
۴) برون‌سو – برون‌سو

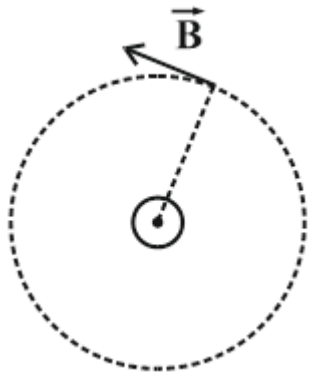
پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

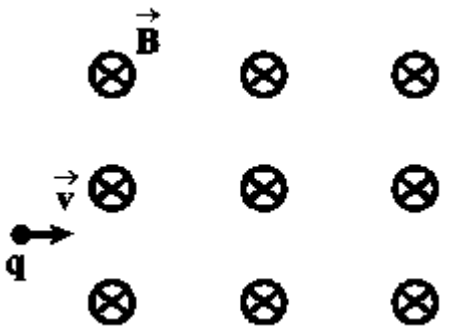
با بررسی انواع حالت‌ها، متوجه می‌شویم که حالت صحیح حالت درون‌سو – درون‌سو است.



باید دقت کنیم که میدان مغناطیسی یک سیم در هر نقطه، برداری مماس بر دایره گذرنده از آن نقطه و به مرکز سیم است. پس بردار میدان بر شعاع دایره در نقطه مورد نظر عمود خواهد بود:



(۷) مطابق شکل زیر، ذره‌ای با بار منفی و جرم ناچیز با تندی $۲\times۱۰^{۳}\frac{m}{s}$ در راستای افقی وارد فضایی می‌شود که میدان‌های عمود بر هم $\vec{E}$ و $\vec{B}$ در آن وجود دارند. اگر اندازه میدان مغناطیسی ۰/۲T باشد، اندازه میدان الکتریکی چند $\frac{N}{C}$ و جهت آن چگونه باشد که ذره بدون انحراف به حرکت خود ادامه دهد؟

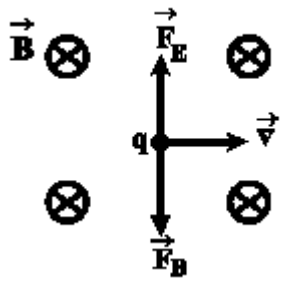


۱) ۴۰۰، رو به بالا
۲) ۴۰۰، رو به پایین
۳) $۱۰^{۴}$، رو به بالا
۴) $۱۰^{۴}$، رو به پایین

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

طبق قاعده دست راست برای بار الکتریکی منفی، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره به سمت پایین است و بنابراین نیروی الکتریکی باید به سمت بالا باشد. تا ذره منحرف نشود.

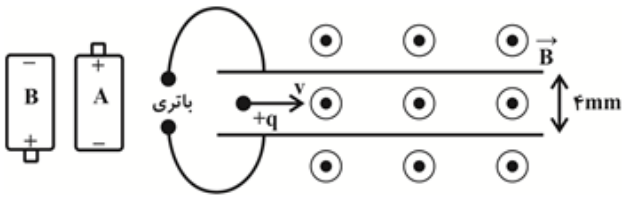


از طرفی طبق رابطه $\vec{F_E} = q\vec{E}$ هرگاه بار الکتریکی منفی باشد، نیروی الکتریکی و میدان الکتریکی در خلاف جهت یکدیگرند. بنابراین میدان الکتریکی به سمت پایین است.

$F_B = F_E \Rightarrow |q|vB = |q|E \Rightarrow E = vB$

$\Rightarrow E = ۲\times۱۰^{+۳}\times۰/۲ = ۴۰۰\frac{N}{C}$

⑧ در شکل زیر، کدام باتری و با چه ولتاژی بر حسب ولت را در مدار قرار دهیم تا اگر ذره‌ای مثبت با جرم ناچیز و تندی $۱۰^{۳}\frac{m}{s}$ در جهت نشان داده شده وارد فضای بین دو صفحه شود، بدون انحراف به حرکت خود ادامه دهد؟ (بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ برابر با ۴۰۰۰ گاوس است.)



۱) باتری۱/۶،A

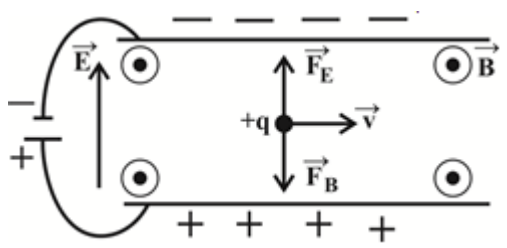
۲) باتری۱۶،B

۳) باتری۱/۶،B

۴) باتری۱۶،A

پاسخ: گزینه ۳

طبق قاعده دست راست برای بار الکتریکی مثبت، نیروی مغناطیسی وارد بر بار به سمت پایین می‌باشد و بنابراین نیروی الکتریکی باید به سمت بالا باشد، تا ذره منحرف نشود. از طرفی طبق رابطه $\vec{F}_E = q.\vec{E}$ هرگاه بار الکتریکی مثبت باشد، نیرو ($\vec{F}_E$) و میدان الکتریکی ($\vec{E}$) هم جهت‌اند، در نتیجه میدان الکتریکی بالاسو خواهد شد و برای ایجاد این میدان باید باتری B را در مدار قرار دهیم. (شکل زیر)



اکنون داریم: $F_B = F_E \Rightarrow$

$$|q|vB = |q|E \Rightarrow E = v.B$$

$$\xrightarrow[v=۱۰^{۳}\frac{m}{s}]{B=۴۰۰۰G=۰/۴T} E = ۱۰^{۳} \times ۰/۴ = ۴۰۰\frac{V}{m}$$

$$E = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow \Delta V = Ed$$

$$\xrightarrow{d=۴mm=۴\times۱۰^{-۳}m} \Delta V = ۴۰۰ \times (۴ \times ۱۰^{-۳}) \Rightarrow \Delta V = ۱/۶V$$

(۹) مطابق شکل زیر، الکترونی با سرعت $۱۰\frac{m}{s}$ وارد میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی ۲۵۰G که عمود بر صفحه کاغذ و درون‌سو است، می‌شود. بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون از طرف میدان چند نیوتون و به کدام سمت است؟ ($e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ C$ و $\sin ۳۰^\circ = ۰/۵$)

۱) $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$، ↖

۲) $۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$، ↘

۳) $۰/۴ \times ۱۰^{-۱۹}$، ↖

۴) $۰/۴ \times ۱۰^{-۱۹}$، ↘

پاسخ: گزینه ۴

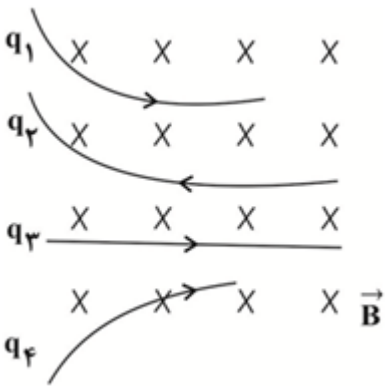
گزینه «۴»

با توجه به شکل، زاویه بین بردار سرعت الکترون و خط‌های میدان برابر با ۹۰° است. بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر الکترون برابر است با:

$$F = qvB \sin\theta = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۱۰ \times ۲۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۱ = ۰/۴ \times ۱۰^{-۱۹}\ N$$

با توجه به قاعده دست راست و در نظر گرفتن این نکته که بار الکترون منفی است، جهت نیروی مغناطیسی به‌صورت ↘ خواهد بود.

(۱۰) مسیر حرکت چهار ذره درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت مطابق شکل زیر است. علامت بارهای الکتریکی q_1، q_2، q_3وq_4 به‌ترتیب از راست به چپ کدام است؟



۱) منفی – مثبت – خنثی – مثبت
۲) منفی – مثبت – خنثی – منفی
۳) مثبت – منفی – خنثی – منفی
۴) مثبت – منفی – منفی – مثبت

پاسخ: گزینه ۳

طبق قاعده دست راست، با توجه به جهت نیرو و جهت سرعت (مماس بر مسیر حرکت) و جهت میدان، می‌توان بار ذره را تشخیص داد. دقت کنید که ذره در جهت نیروی وارد بر مسیرش تغییر می کند.

اگر چهار انگشت دست راست را طوری در جهت بردار سرعت قرار دهید که بردار میدان از پشت دست شما وارد و از کف دست خارج شود، در صورتی که بار مثبت باشد انگشت شست شما نیروی وارد بر بار را نشان می‌دهد و در صورتی‌که بار منفی باشد، جهت نیروی وارد بر بار خلاف جهتی است که انگشت شست شما نشان می‌دهد. در نتیجه بار q_1 مثبت، بار q_2 منفی، بار q_3 خنثی و بار q_4 منفی است.

(۱۱) ذره‌ای با بار الکتریکی $q = -10\mu C$ با سرعت $\vec{v} = 50\vec{i} + 600\vec{j}$ $(\frac{m}{s}$ برحسب$)$ وارد میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = 0/2\vec{i}$ (برحسب تسلا) می‌شود. بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر این ذره چند نیوتون است؟

۱) $1/2 \times 10^{-3}$ ۲) $0/9 \times 10^{-3}$ ۳) $1/5 \times 10^{-3}$ ۴) $10/5 \times 10^{-3}$

پاسخ: گزینه ۱

اگر $\vec{v}$ و $\vec{B}$ موازی باشند، به ذره نیرویی وارد نمی‌شود، بنابراین فقط مولفه عمودی سرعت باعث ایجاد نیرو می‌شود، داریم:

$$F = |q|v_y B_x \Rightarrow F = (10 \times 10^{-6}) \times (600) \times (0/2)$$
$$\Rightarrow F = 1/2 \times 10^{-3}\,N$$

(۱۲) اندازه میدان مغناطیسی یکنواختی ۴۰۰mT و جهت آن افقی و رو به شرق است. درون این میدان مغناطیسی، سیمی فلزی به چگالی $۵\frac{g}{cm^۳}$ و قطر مقطع ۴ mm بدون تکیه‌گاه به حالت تعادل قرار دارد. حداقل جریان الکتریکی عبوری از این سیم چند آمپر و در کدام جهت است؟ ($\pi = ۳$ و $g = ۱۰\frac{N}{kg}$)

۱) ۶، جنوب **۲)** ۱/۵، جنوب **۳)** ۶، شمال **۴)** ۱/۵، شمال

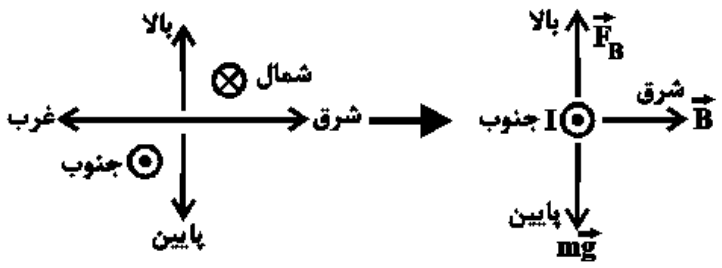
پاسخ: گزینه ۲

سیم در حالت تعادل قرار دارد و در نتیجه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم و وزن سیم یکدیگر را خنثی کرده‌اند.

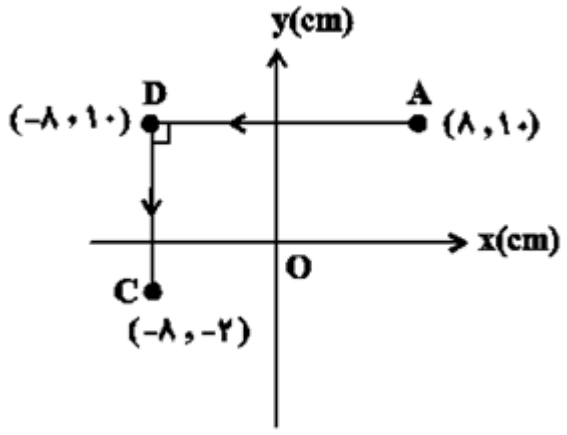
$$F_B = W \Rightarrow BIL\sin\theta = mg \xrightarrow{m=\rho V, V=AL, A=\pi r^۲} BI/L\sin\theta = \rho\pi r^۲/Lg \Rightarrow BI\sin\theta = \rho\pi r^۲ g$$

$$\Rightarrow (۴۰۰\times۱۰^{-۳})\times I\times ۱ = (۵\times۱۰^{۳})\times ۳\times(۲\times۱۰^{-۳})^{۲}\times ۱۰ \Rightarrow I = ۱/۵A$$

نیروی وزن به سمت پایین است، در نتیجه نیروی مغناطیسی باید به سمت بالا باشد. با توجه به قاعده دست راست برای تعیین جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان، جهت جریان الکتریکی عبوری از این سیم باید به سمت جنوب باشد.



(۱۳) مطابق شکل زیر، سیم ADC که حامل جریان ۲A است، در صفحه xoy داخل میدان مغناطیسی یکنواخت برون‌سویی به اندازه ۲/۵T قرار گرفته است. اگر همان میدان در خلاف جهت محور x برقرار شود، اندازه نیروی مغناطیسی خالص وارد بر سیم ADC برحسب نیوتون چگونه تغییر می‌کند؟ ($\sin ۵۳^\circ = ۰/۸$)



۱) -۰/۲

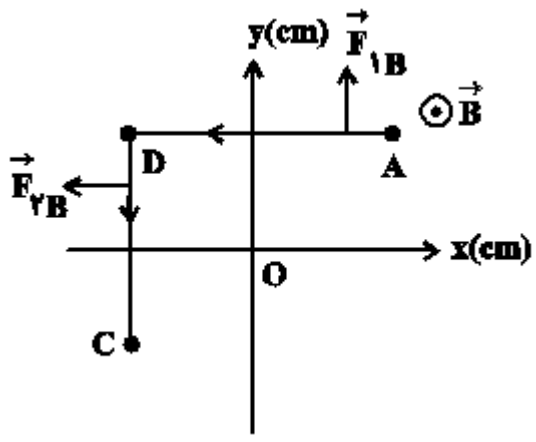
۲) ۰/۲

۳) -۰/۴

۴) ۰/۴

پاسخ: گزینه ۳

گزینه‌ی «۳»



در محاسبه اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان از رابطه $F = I\ell B\sin\theta$، استفاده می‌کنیم. در حالت اول داریم:

$$F_{B_1} = BI\ell\sin\alpha \Rightarrow F_{B_1} = ۲/۵ \times ۲ \times ۰/۱۶ \times ۱ = (۵ \times ۰/۱۶)N$$

$$F_{B_2} = BI\ell\sin\alpha \Rightarrow F_{B_2} = ۲/۵ \times ۲ \times ۰/۱۲ \times ۱ = (۵ \times ۰/۱۲)N$$

در حالت اول چون بردارهای $\vec{F}_{B_1}$ و $\vec{F}_{B_2}$ بر هم عمودند، نیروی کل وارد بر سیم ADC برابر است با:

$$F_{B_t} = \sqrt{(۵ \times ۰/۱۶)^{۲} + (۵ \times ۰/۱۲)^{۲}} = ۵ \times ۰/۲۰ = ۱N$$

در حالت دوم، قطعه سیم AD موازی میدان مغناطیسی است و به آن نیروی مغناطیسی وارد نمی‌شود و فقط نیروی مغناطیسی به سیم DC وارد می‌شود:

$$F'_t = F'_{B_2} = BI\ell\sin\alpha \Rightarrow F'_t = F'_{B_2} = ۲/۵ \times ۲ \times ۰/۱۲ \times ۱$$
$$\Rightarrow F'_t = ۰/۶N$$

تغییر اندازه نیروی مغناطیسی:

$$F'_t - F_t = ۰/۶ - ۱ = -۰/۴\,N$$

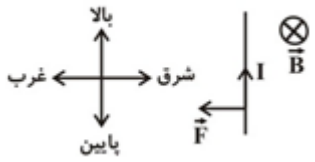
(۱۴) سیم قائمی در میدان مغناطیسی زمین (که جهت آن جنوب به شمال است) قرار دارد و جریانی از پایین به بالا از این سیم عبور می‌کند. جهت نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم به کدام سمت است؟

۱) شرق
۲) غرب
۳) بالا
۴) جنوب

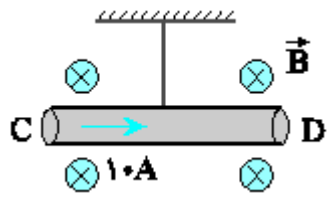
پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

مطابق شکل زیر، اگر چهار انگشت دست راست در جهت جریان سیم و رو به بالا و کف دست در جهت میدان مغناطیسی زمین و به‌طرف شمال (عمود بر صفحه کاغذ و درون‌سو) باشد، آنگاه جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان به سمت غرب خواهد بود.



(۱۵) مطابق شکل زیر، میله رسانای CD به طول ۲۰ cm به‌طور افقی در میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ به بزرگی ۰/۰۲ T از نخ سبکی آویخته شده و در حال تعادل قرار دارد و جریان الکتریکی ۱۰ A از C به D از آن می‌گذرد. اگر بدون تغییر در اندازه، جهت میدان مغناطیسی $\vec{B}$ برعکس شود، اندازه نیروی کشش نخ . . . . . .



۱) تغییر نمی‌کند.
۲) ۰/۰۸ نیوتون افزایش می‌یابد.
۳) ۰/۰۴ نیوتون افزایش می‌یابد.
۴) ۰/۰۸ نیوتون کاهش می‌یابد.

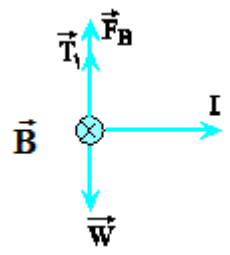
پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

ابتد در دو حالت T_1 و T_2 را می‌یابیم. در حالت اول و بر اساس قاعده دست راست، شکل و روابط زیر را خواهیم داشت:

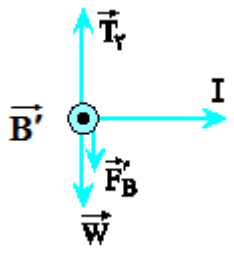
$$F_{net} = 0 \Rightarrow T_1 + F_B = W$$

$$\Rightarrow T_1 = W - F_B$$



و در حالت دوم، داریم:

$$F'_{net} = 0 \Rightarrow T_2 = F'_B + W$$



در نهایت داریم:

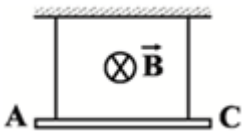
$$T_2 - T_1 = F'_B + W - (W - F_B)$$

$$= F'_B + F_B = 2F_B$$

$$\xrightarrow[\theta=90^\circ]{F_B = I\ell B \sin\theta} T_2 - T_1 = 2I\ell B = 2 \times 10 \times 0/2 \times 0/02 = 0/08\ N$$

دقت کنید که در هر دو حالت F_B و F'_B مقدارهای یکسانی دارند. (I, ℓ و B مقدارهای ثابتی هستند.)

(۱۶) مطابق شکل زیر، سیم راستی توسط دو نخ به سقف متصل شده و در میدان مغناطیسی یکنواخت و درون‌سویی به بزرگی $B = ۰/۱\,T$ قرار دارد. اگر جرم سیم $۲۰\,g$، طول آن ۱ متر و جریان ۱ آمپر از A به‌طرف C برقرار باشد، اندازه نیروی کشش هر یک از نخ‌ها چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$

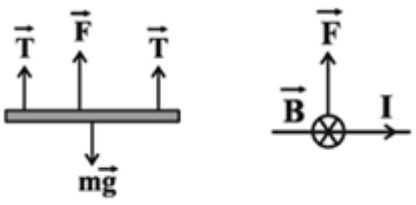


۱) ۰/۱ ۲) ۰/۰۵

۳) ۰/۲ ۴) ۰/۶

پاسخ: گزینه ۲

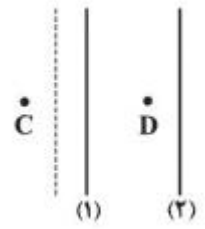
طبق قاعده دست راست، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم به سمت بالا است.



$$F + ۲T = mg \Rightarrow T = \frac{mg-F}{۲} = \frac{mg-BI\ell}{۲}$$

$$\Rightarrow T = \frac{۰/۰۲\times۱۰-۰/۱\times۱\times۱}{۲} = ۰/۰۵\,N$$

(۱۷) در شکل زیر از دو سیم موازی و بلند که در صفحهٔ کاغذ قرار دارند، جریان‌های ثابتی عبور می‌کند. اگر سیم (۱) را به موازات خودش تا محل نقطه‌چین جابه‌جا کنیم، جهت میدان مغناطیسی برایند در نقطهٔ C عکس می‌شود. در این صورت نیرویی که دو سیم به یکدیگر وارد می‌کنند از نوع ..... و میدان مغناطیسی برایند در حالت جدید در نقطهٔ C ..... میدان مغناطیسی برایند در نقطهٔ D است.



۱) جاذبه، خلاف جهت
۲) دافعه، هم‌جهت با
۳) جاذبه، هم‌جهت با
۴) دافعه، خلاف جهت

پاسخ: گزینه ۴

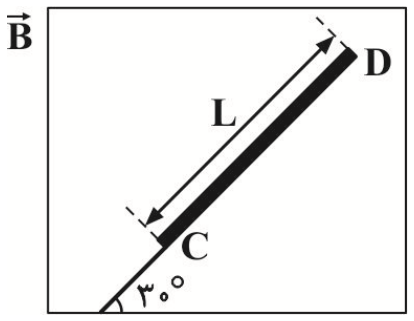
گزینهٔ «۴»

اگر از دو سیم موازی که در صفحهٔ کاغذ قرار دارند، جریان‌های هم‌جهتی عبور کند، میدان حاصل از دو سیم در نقطهٔ C با یک‌دیگر هم‌جهت است و با تغییر مکان سیم (۱) جهت میدان مغناطیسی برایند تغییر نمی‌کند. بنابراین جریان عبوری از دو سیم درخلاف جهت هم است و لذا دو سیم یک‌دیگر را دفع می‌کنند.

از طرفی با حرکت سیم (۱) به طرف نقطهٔ C چون جهت میدان برایند عکس می‌شود، لذا میدان برایند در حالت جدید در این نقطه هم‌جهت با میدان مغناطیسی حاصل از سیم (۱) در این نقطه است.

از طرفی میدان در فاصلهٔ بین دو سیم (نقطهٔ D) هم‌جهت با میدان مغناطیسی حاصل از سیم (۲) است که خلاف جهت میدان مغناطیسی در نقطهٔ C در حالت جدید است چون در نقطهٔ میدان‌های سیم‌های (۱) و (۲) با هم هم‌جهت هستند.

(۱۸) مطابق شکل زیر، از میله فلزی همگنی به طول L، قطر مقطع ۱cm و چگالی $\frac{g}{cm^3}$ ۸ که بر روی صفحه افقی بزرگ و بدون اصطکاکی به حالت سکون قرار گرفته است، جریانی الکتریکی به بزرگی ۴۰A از C به D عبور می‌کند. اگر در تمامی فضای این صفحه میدان مغناطیسی یکنواخت و برون سویی به بزرگی $۱/۲\times۱۰^{-۲}$ تسلا برقرار شود، اندازه شتاب افقی حرکت میله بر سطح افقی در اثر نیروی مغناطیسی وارد بر آن چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($\pi \simeq ۳$)



۱) ۰/۲
۲) ۰/۴
۳) ۰/۸
۴) می‌بایست طول میله فلزی (L) معلوم باشد.

پاسخ: گزینه ۳

با استفاده از قانون دوم نیوتون، رابطه اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر رسانای حامل جریان و رابطه چگالی یک جسم همگن و توجه به این مطلب که تنها نیروی افقی وارد بر میله فلزی، نیروی مغناطیسی ناشی از میدان مغناطیسی یکنواخت است، داریم:

$$F = ma \xrightarrow[m=\rho V=\rho AL=\rho\pi r^2 L]{F=ILB\sin\alpha} ILB\sin\alpha = \rho\pi r^2 La$$

$$\xrightarrow[\text{طرفین}]{\text{حذف L از}} a = \frac{IB\sin\alpha}{\rho\pi r^2} \quad (۱)$$

با توجه به اینکه α زاویه حاده جهت جریان با جهت بردار میدان مغناطیسی است، در این سؤال $\alpha = ۹۰^\circ$ است. با جایگذاری اعداد در رابطه (۱) داریم:

$$a = \frac{IB\sin\alpha}{\rho\pi r^2} \xrightarrow[\rho=۸\frac{g}{cm^3}=۸۰۰۰\frac{kg}{m^3},\ r=\frac{D}{۲}=۵\ mm=۵\times۱۰^{-۳}m]{I=۴۰A,\ B=۱/۲\times۱۰^{-۲}T,\ \alpha=۹۰^\circ,\ \pi\simeq۳}$$

$$a = \frac{۴۰\times۱/۲\times۱۰^{-۲}\times\sin۹۰^\circ}{۸۰۰۰\times۳\times(۵\times۱۰^{-۳})^۲} \Rightarrow a = ۰/۸\ \frac{m}{s^2}$$

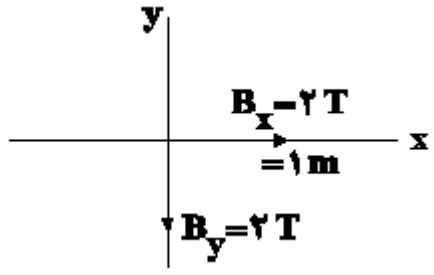
توجه داشته باشید که به دلیل حذف شدن L از طرفین رابطه، برای محاسبه a به طول میله فلزی (L) نیاز نداریم.

(۱۹) سیمی به طول ۱m که حامل جریان ۲A است، روی محور x و در فضایی که میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = ۲\vec{i} - ۲\vec{j}\,(T)$ وجود دارد، قرار گرفته است. بزرگی نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم از طرف میدان مغناطیسی چند نیوتون است؟

۱) $۲\sqrt{۲}$ ۲) ۲ ۳) $۴\sqrt{۲}$ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به شکل زیر فقط مؤلفه B_y میدان مغناطیسی بر سیم نیرو وارد می‌کند. زیرا مؤلفه B_x در راستای سیم است و نیروی وارد بر سیم از طرف آن برابر $F = I\ell B_x \sin(۰) = ۰$ می‌باشد. بنابراین نیروی وارد بر سیم برابر است با:



$$F = I\ell B \sin ۹۰^\circ \xrightarrow[B_y=۲T]{I=۲A\,,\,\ell=۱m} F = ۲ \times ۱ \times ۲ \times ۱ \Rightarrow F = ۴N$$

(۲۰) بر طول L از سیم راستی که دارای جریان I است و در حالتی که عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی B است، نیروی مغناطیسی به بزرگی F وارد می‌شود. اندازه میدان مغناطیسی را چقدر تغییر دهیم تا اگر راستای سیم با راستای خط‌های میدان مغناطیسی زاویه ۳۰ درجه بسازد، با همان جریان و به طول $\frac{۲}{۳}$L از سیم، نیروی مغناطیسی به بزرگی ۴F وارد شود؟

۱) ۳B ۲) ۱۲B ۳) ۱۱B ۴) ۹B

پاسخ: گزینه ۳

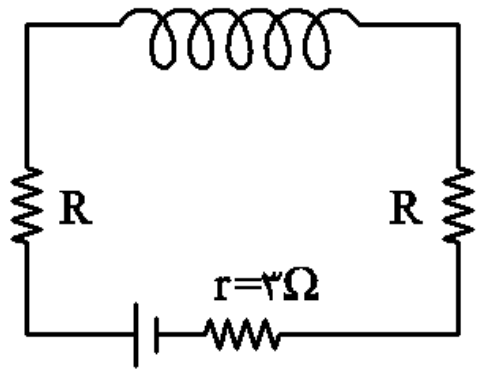
طبق رابطه بزرگی نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی، داریم:

$$\left.\begin{array}{l} F = ILB\sin ۹۰^\circ \\ ۴F = I \times \frac{۲}{۳}LB' \sin ۳۰^\circ \end{array}\right. \Rightarrow \frac{F}{۴F} = \frac{ILB}{I \times \frac{۲}{۳}LB' \times \frac{۱}{۲}}$$

$$\Rightarrow \frac{۱}{۴} = \frac{۶B}{۲B'} \Rightarrow B' = ۱۲B$$

$$\Delta B = B' - B = ۱۲B - B = ۱۱B$$

(۲۱) در شکل زیر طول سیملوله ۲۰cm و بزرگی میدان مغناطیسی روی محور اصلی و درون آن ۲۴G است و سیملوله ۲۰۰ حلقه دارد. اگر مقاومت سیملوله ناچیز و توان مفید مولد بیشینه باشد، نیروی محرکه مولد چند ولت است؟ ($\mu_0 = 12 \times 10^{-7}\ \frac{T.m}{A}$)



۱) ۶
۲) ۹
۳) ۱۲
۴) ۱۸

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا از رابطه میدان مغناطیسی درون سیملوله، جریان مدار را حساب می‌کنیم.

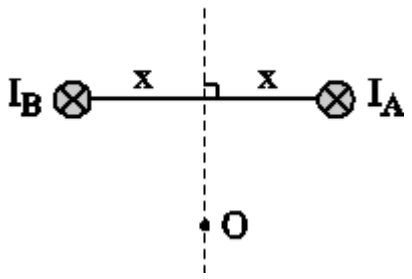
$$B = \frac{\mu_0 . NI}{\ell} \xrightarrow{B=24G=24\times10^{-4}T,N=200,\ell=0/2m}$$

$$24 \times 10^{-4} = \frac{12\times10^{-7}\times200\times I}{0/2} \Rightarrow I = 2A$$

اکنون از رابطه $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r}$ نیروی محرکه مولد را حساب می‌کنیم. دقت کنید، چون توان مفید مولد بیشینه است، $R_{eq} = r$ می‌باشد.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}+r} \xrightarrow{R_{eq}=r=3\Omega} 2 = \frac{\varepsilon}{3+3} \Rightarrow \varepsilon = 12V$$

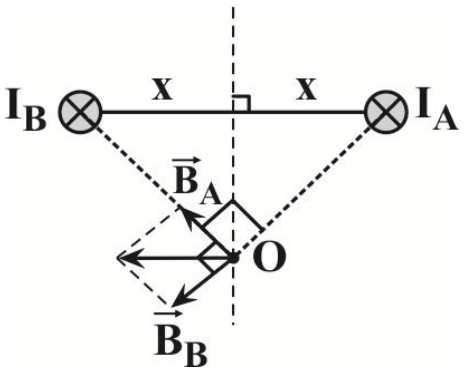
(۲۲) با توجه به جهت جریان در دو سیم بلند و موازی A و B، میدان مغناطیسی برایند حاصل از جریان‌های آن‌ها در نقطه O به کدام سمت است؟($I_A = I_B$)



۱) ↑
۲) ↓
۳) →
۴) ←

پاسخ: گزینه ۴

با توجه به قاعده دست راست (انگشت شست در جهت جریان و چرخش چهار انگشت در جهت میدان مغناطیسی)، جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان‌های درون‌سوی دو سیمA وB و برایند آن‌ها به‌صورت زیر می‌شود.



(۲۳) سیمی به طول L را به‌صورت سیملوله‌ای با شعاع r درمی‌آوریم و دو سر آن را به اختلاف پتانسیل V وصل می‌کنیم که در این حالت، بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت روی محور اصلی آن B_1 می‌شود. اگر $\frac{1}{3}$ از طول سیم را کم کرده و طول باقیمانده را به شکل سیملوله‌ای با شعاع ۲r درآوریم و اختلاف پتانسیل دو سر آن‌را نسبت به حالت قبل ۲۰ درصد کاهش دهیم، بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت روی محور اصلی آن B_2 می‌شود. $\frac{B_2}{B_1}$ کدام است؟ (طول سیملوله در هر دو حالت یکسان است.)

۱) ۰/۲
۲) ۰/۴
۳) ۲/۵
۴) ۵

پاسخ: گزینه ۲

گزینه «۲»

با توجه به رابطه میدان مغناطیسی داخل سیملوله، داریم:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{\ell} \Rightarrow \frac{B_2}{B_1} = \frac{N_2}{N_1} \times \frac{I_2}{I_1} \times \frac{\ell_1}{\ell_2} \xrightarrow[I=\frac{V}{R}]{N=\frac{L}{2\pi r}}$$

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{L_2}{L_1} \times \frac{r_1}{r_2} \times \frac{V_2}{V_1} \times \frac{R_1}{R_2} \times \frac{\ell_1}{\ell_2} \xrightarrow[\frac{R_1}{R_2}=\frac{L_1}{L_2}]{R=\rho\frac{L}{A}}$$

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{r_1}{r_2} \times \frac{V_2}{V_1} \times \frac{\ell_1}{\ell_2} \xrightarrow[V_2=V_1-\frac{20}{100}V_1=0/8V_1]{r_1=r, r_2=2r\ ,\ \ell_2=\ell_1}$$

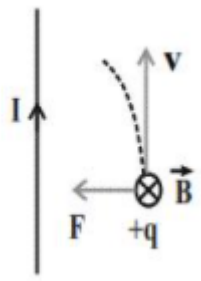
$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{r}{2r} \times \frac{0/8V_1}{V_1} \times 1 = 0/4$$

(۲۴) از سیم راستی جریان ثابتی عبور می‌کند. اگر بار مثبت و کوچکی موازی با سیم و در جهت جریان در سمت راست سیم حرکت کند، چه وضعی برای آن پیش می‌آید؟

۱) از سیم دفع می‌شود.
۲) به سمت سیم کشیده می‌شود.
۳) در جهت حرکت بر آن نیرو وارد می‌شود.
۴) بر آن نیرویی که باعث انحراف آن شود، وارد نمی‌شود.

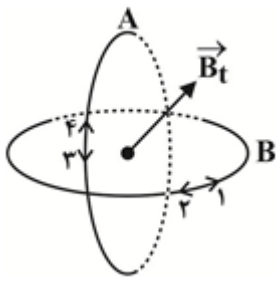
پاسخ: گزینه ۲

چون بار متحرک در میدان حاصل از سیم (که طبق قاعده دست راست و مطابق شکل، درون‌سو می‌باشد.) قرار گرفته، به آن نیرو وارد می‌شود. اگر



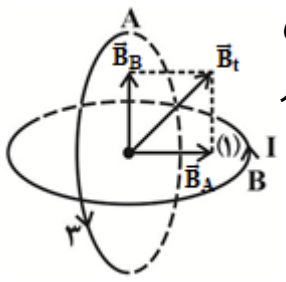
چهار انگشت دست راست را در جهت سرعت بار قرار دهیم، به طوری‌که بردار میدان $\vec{B}$ از کف دست به سمت خارج قرار گیرد، انگشت شست جهت $\vec{F}$ را نشان می‌دهد که باعث می‌شود بار متحرک به طرف سیم جذب شود.

(۲۵) مطابق شکل زیر، دو حلقه هم‌مرکز حامل جریان، به‌صورت عمود بر هم درون هم قرار گرفته‌اند. اگر بردار میدان مغناطیسی برایند دو حلقه در مرکز آن‌ها به صورتی باشد که در شکل نشان داده شده، جهت جریان حلقه‌های A و B به‌ترتیب از راست به چپ مطابق کدام گزینه است؟



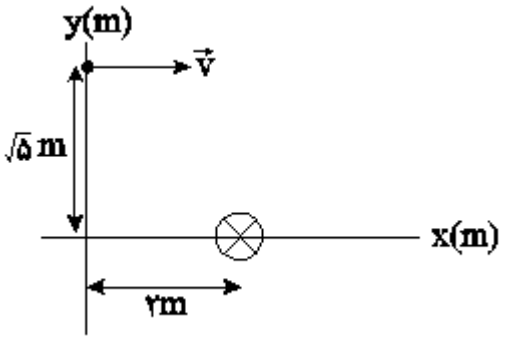
۱) ۳ و ۱
۲) ۳ و ۲
۳) ۴ و ۱
۴) ۴ و ۲

پاسخ: گزینه ۱



با تجزیه میدان در راستای عمود بر سطح حلقه‌ها، در می‌یابیم میدان حاصل از جریان حلقه A به سمت راست و میدان حاصل از جریان حلقه B به سمت بالا می‌باشد، پس جهت جریان در حلقه A در جهت (۳) و جهت جریان در حلقه B در جهت (۱) است.

(۲۶) از یک سیم راست و بلند که عمود بر صفحه کاغذ است، جریان درون‌سویی عبور می‌کند. ذره‌ای با بار $q = -۴۰\mu C$ و تندی $۲۰۰\frac{m}{s}$ از نقطه $(۰,\sqrt{۵}m)$ در جهت مثبت محور xها پرتاب می‌شود. اگر بزرگی میدان مغناطیسی حاصل از سیم در نقطه پرتاب بار ۳۰۰ گاوس باشد، بزرگی و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار q کدام است؟



۱) $۸\sqrt{۵}\times۱۰^{-۵}N$ و درونسو

۲) $۸\sqrt{۵}\times۱۰^{-۵}N$ و برونسو

۳) $۱/۶\times۱۰^{-۴}N$ و درونسو

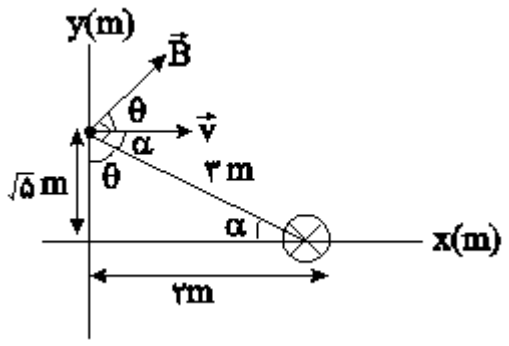
۴) $۱/۶\sqrt{۵}\times۱۰^{-۵}N$ و برونسو

پاسخ: گزینه ۳

گزینه «۳»

ابتدا جهت میدان مغناطیسی در نقطه پرتاب را مشخص می‌کنیم.

بردار میدان مغناطیسی عمود بر خطی است که از محل برخورد سیم با محور xبه نقطه پرتاب بار وصل می‌شود. با توجه به جهت جریان جهت میدان مطابق شکل زیر است.

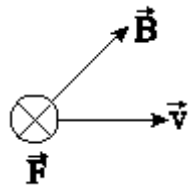


با توجه به رابطه اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر بار متحرک داریم:

$$F_B = |q|vB\sin\theta \xrightarrow[|q|=۴۰\,\mu C=۴۰\times۱۰^{-۶}C\ ,\ B=۳۰۰G=۳\times۱۰^{-۲}T]{\sin\theta=\frac{۲}{۳}\ ,\ v=۲۰۰\frac{m}{s}}$$

$$F_B = ۴\times۱۰^{-۵}\times۲۰۰\times۳\times۱۰^{-۲}\times\frac{۲}{۳} = ۱/۶\times۱۰^{-۴}N$$

اکنون با توجه به قاعده دست راست برای بار منفی جهت نیروی وارد بر بار را مشخص می‌کنیم.



(۲۷) سیم روکش‌دار سیملوله آرمانی حامل جریانی را باز کرده و با آن سیملوله آرمانی دیگری می‌سازیم که شعاع حلقه‌های آن نصف شعاع حلقه‌های قبلی است. اگر جریانی معادل ۲ برابر جریان قبلی از سیملوله عبور کند، بزرگی میدان مغناطیسی درون آن چند برابر می‌شود؟ (در هر دو حالت، حلقه‌ها در یک ردیف به هم چسبیده‌اند.)

۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) ثابت می‌ماند. ۴) ۲

پاسخ: گزینه ۴

گزینه «۴»

$$B = \frac{\mu_۰ NI}{l} \xrightarrow{\substack{\text{قطر سیم لوله} \\ \text{تعداد حلقه} \\ l = N \times d}} B = \frac{\mu . I}{d}$$

یعنی در سیملوله‌ای که حلقه‌های آن به‌هم چسبیده هستند، اندازه میدان به قطر سیم و اندازه جریان بستگی دارد. $B \propto \frac{I}{d}$

لذا با ۲ برابر شدن جریان و ثابت ماندن سیم سازنده سیملوله، B دو برابر خواهد شد.

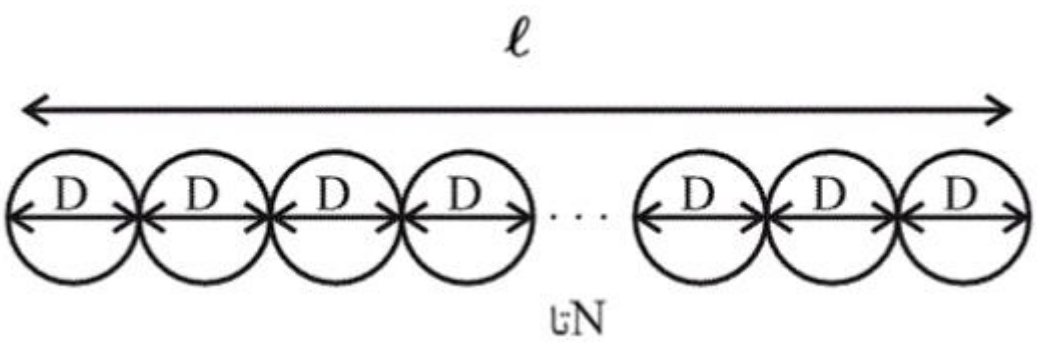
(۲۸) یک سیملوله به طول ۳/۰ متر از سیمی به قطر مقطع ۳ میلی‌متر ساخته شده است و مقاومت الکتریکی آن ۴ اهم است. اگر این سیملوله به اختلاف پتانسیل ۲۴ ولت وصل شود و حلقه‌های آن بدون فاصله در یک ردیف در کنار هم پیچیده شده باشند، بزرگی میدان مغناطیسی درون آن چند تسلا می‌باشد؟ ($\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} T \cdot m/A$)

۱) $۸\pi \times ۱۰^{-۴}$ ۲) $۸\pi \times ۱۰^{-۱۰}$ ۳) $۱۶\pi \times ۱۰^{-۴}$ ۴) $۱۶\pi \times ۱۰^{-۱۰}$

پاسخ: گزینه ۱

حلقه‌های سیملوله بدون فاصله کنار هم پیچیده شده‌اند. بنابراین طول سیملوله برابر مجموع قطرهای سیم حلقه‌ها خواهد شد:

$$\ell = ND \Rightarrow N = \frac{\ell}{D}$$



جریان عبوری از سیملوله برابر است با:

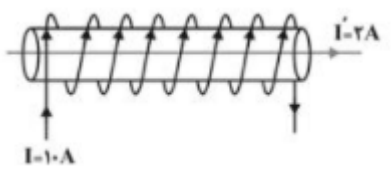
$$V = RI \xrightarrow[R=۴\ \Omega]{V=۲۴\ V} ۲۴ = ۴I \Rightarrow I = ۶\ A$$

میدان مغناطیسی درون سیملوله برابر است با:

$$B = \mu_۰ \frac{N}{\ell} I \xrightarrow{N=\frac{\ell}{D}} B = \mu_۰ \frac{\frac{\ell}{D}}{\ell} I \Rightarrow B = \mu_۰ \frac{I}{D}$$

$$\Rightarrow B = ۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times \frac{۶}{۳ \times ۱۰^{-۳}} = ۸\pi \times ۱۰^{-۴}\ T$$

۲۹) مطابق شکل زیر، روی محور سیملوله‌ای به طول ۲۰ cm که حامل جریان ۱۰ A بوده و تعداد حلقه‌های آن ۲۰۰ است، سیم راستی حامل جریان ۲A در راستای محور سیملوله قرار دارد. نیروی وارد بر قسمتی از سیم که درون سیملوله قرار دارد، چند نیوتون است؟ ($\mu_{\circ} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T.m}{A}$ و $\pi \simeq 3$)



۱) صفر
۲) 48×10^{-4}
۳) 24×10^{-3}
۴) 12×10^{-4}

پاسخ: گزینه ۱

چون سیم راست به موازات خطوط میدان مغناطیسی ناشی از جریان سیملوله قرار می‌گیرد ($\theta = 0$)، پس نیروی وارد بر آن از طرف میدان مغناطیسی سیملوله صفر می‌شود.

$F = BIl \sin 0 \Rightarrow F = 0$

۳۰) کدام گزاره درباره خواص مغناطیسی مواد نادرست است؟

۱) ماده فرومغناطیس نرم به سختی خاصیت آهنربایی را از دست می‌دهد.
۲) مواد پارامغناطیس فقط در میدان‌های مغناطیسی قوی آهنربا می‌شوند.
۳) از مواد فرومغناطیس نرم در آهنرباهای الکتریکی و هسته پیچه‌ها و سیملوله‌ها استفاده می‌شود.
۴) در یک ماده فرومغناطیس سخت، بعد از حذف میدان، خاصیت مغناطیسی باقی می‌ماند.

پاسخ: گزینه ۱

گزینه «۱»

ماده فرومغناطیس نرم به‌راحتی خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهد.