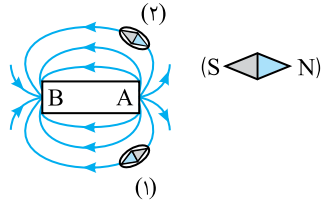


○	شماره صفحات پاسخ تشریحی	زمان پیشنهادی	مبحث آزمون
○	۴۳۹ تا ۴۴۲	۲۵ دقیقه	مغناطیس
○			

۱- در شکل مقابل قطب‌های A و B به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند و کدام عقربه‌ی مغناطیسی درست قرار گرفته است؟

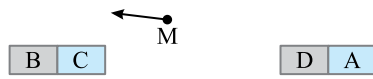


(۱) N, S

(۲) S, N

(۳) S, N

(۴) N, S



۲- در شکل روبه‌رو میدان مغناطیسی در نقطه‌ی M در مجاورت دو آهنربای میله‌ای نشان داده شده است. با توجه به شکل قطب‌های C و D به ترتیب از راست به چپ کدام است؟

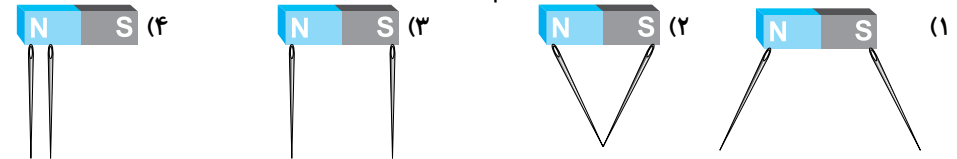
(۱) N, N

(۲) S, N

(۳) N, S

(۴) گزینه‌های (۱) و (۳) می‌توانند درست باشند.

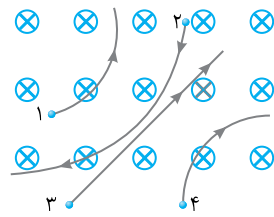
۳- دو سوزن فولادی به یک آهنربا متصل هستند. کدام شکل وضعیت سوزن‌ها را به درستی نمایش می‌دهد؟



۴- یک ذره‌ی کیهانی با بار مثبت به سمت کروی زمین عمود بر خط استوا در حرکت است. این ذره در اثر میدان مغناطیسی زمین به کدام جهت منحرف می‌شود؟

(۱) غرب (۲) شرق (۳) شمال (۴) جنوب

۵- چهار ذره هنگام گذر از یک میدان مغناطیسی درون مسیری مطابق شکل روبه‌رو می‌پیمایند. کدام گزینه درباره‌ی نوع بار هر ذره به ترتیب شماره از راست به چپ درست است؟



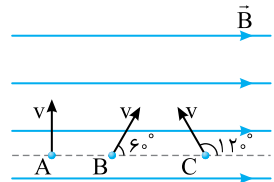
(۱) مثبت - منفی - خنثی - مثبت

(۲) مثبت - مثبت - خنثی - منفی

(۳) مثبت - منفی - خنثی - منفی

(۴) منفی - مثبت - خنثی - مثبت

۶- در شکل روبه‌رو سه ذره با بار یکسان و تندی برابر در میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکتند، کدام گزینه درباره‌ی اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر این سه ذره درست است؟



(۲)  $F_A < F_B < F_C$

(۱)  $F_A > F_B > F_C$

(۴)  $F_A = F_B = F_C$

(۳)  $F_A > F_B = F_C$

۷- الکترونی با تندی  $2/4 \times 10^5 \frac{m}{s}$  درون میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است و هنگامی که رو به شمال حرکت می‌کند نیرویی که میدان بر آن وارد می‌کند بیشینه است. اگر این نیرو رو به بالا و بزرگی آن  $4/8 \times 10^{-14}$  نیوتون باشد، میدان مغناطیسی چند تسلا و جهت آن کدام است؟ (از نیروی گرانش صرف نظر شود.  $e = 1/6 \times 10^{-19} C$ )

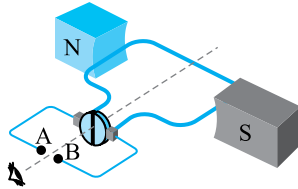
(۱) ۱/۲۵ - غرب (۲) ۱/۲۵ - شرق (۳) ۲/۵ - غرب (۴) ۲/۵ - شرق

۸- ذره‌ای به جرم ۴ میلی‌گرم و بار  $-200$  میکروکولن با سرعت افقی  $4 \times 10^4 \frac{m}{s}$  در جهت شرق وارد میدان مغناطیسی

$1 G$  که رو به شمال است می‌شود. برای آن که ذره به حرکت افقی خود ادامه دهد میدان الکتریکی چند  $\frac{N}{C}$  و در چه

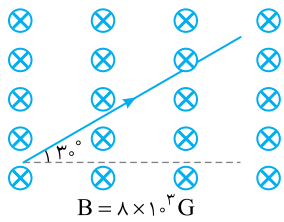
جهتی باید در این فضا ایجاد کرد؟

- (۱) ۴، رو به پایین (۲) ۴/۲، رو به پایین (۳) ۴/۲، رو به بالا (۴) ۴، رو به بالا



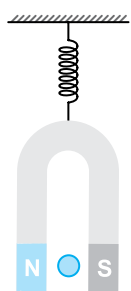
۹- کدام گزینه در مورد پیچ‌رو درست است؟

- (۱) اگر A قطب مثبت باشد حلقه ساعتگرد می‌چرخد.  
 (۲) اگر A قطب مثبت باشد حلقه پادساعتگرد می‌چرخد.  
 (۳) اگر B قطب مثبت باشد حلقه پادساعتگرد می‌چرخد.  
 (۴) در تمام شرایط حلقه پادساعتگرد می‌چرخد.



۱۰- در شکل روبه‌رو از سیم که دارای طول ۱m است، جریان ۲A می‌گذرد. نیروی وارد بر سیم چند نیوتون است و با چرخش سیم به صورت پادساعتگرد به اندازه‌ی  $60^\circ$  نیروی وارد بر آن چند نیوتون تغییر می‌کند؟

- (۱) ۳/۲، ۱/۶ (۲) ۰/۸، ۰/۸  
 (۳) ۱/۶، ۰/۸ (۴) ۳/۲، ۰/۸√۳



۱۱- در شکل روبه‌رو سیم عمود بر صفحه‌ی کاغذ است و طول بخشی از سیم که در میدان مغناطیسی آهنربا قرار دارد، ۲۰ سانتی‌متر است. میدان مغناطیسی آهنربا در این قسمت یکنواخت و برابر  $0.1 T$  و جرم آهنربا  $200 g$  است. وقتی جریان از سیم عبور نمی‌کند، فنر  $10$  سانتی‌متر کشیده شده است و وقتی جریان از سیم عبور می‌کند، فنر نیرویی برابر  $2/2 N$  برای ساکن نگه داشتن آهنربا بر آن وارد می‌کند. اندازه و جهت جریان الکتریکی که از سیم می‌گذرد کدام است؟

- (۱)  $1.0 A$  (۲)  $1.0 A$   
 (۳)  $1.1 A$  (۴)  $1.1 A$

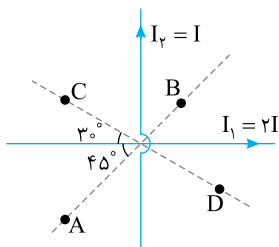
۱۲- شکل‌های زیر، چهار آرایش را نشان می‌دهند که در آن سیم‌های موازی حامل جریان I در گوشه‌های مربع‌های مشابه قرار گرفته‌اند و سیم‌ها همگی بلند و عمود بر صفحه‌اند. در کدام شکل بزرگی میدان مغناطیسی برآیند در مرکز مربع

بیشترین مقدار را دارد؟



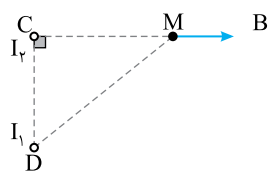
۱۳- در شکل روبه‌رو در کدام یک از نقاط A, B, C, D میدان مغناطیسی برآیند ناشی از دو سیم حامل جریان  $I_1$  و  $I_2$  که برهم عمودند، می‌تواند صفر شود؟

- (۱) B و A (۲) D و C  
 (۳) C و B (۴) در هیچکدام از این نقاط میدان صفر نمی‌شود.

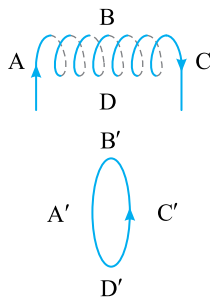
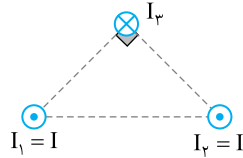
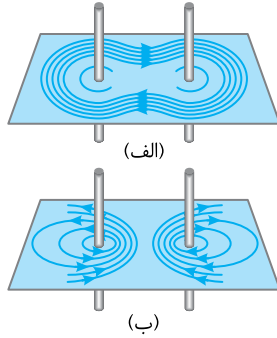


۱۴- در شکل روبه‌رو میدان حاصل از دو سیم  $I_1$  و  $I_2$  که از دو رأس مثلث CDM می‌گذرند در نقطه‌ی M به صورت نشان داده شده است. در این صورت:

- (۱) هر دو درونسو هستند و  $I_1 < I_2$   
 (۲)  $I_1$  درونسو و  $I_2$  برونسو است و  $I_1 < I_2$   
 (۳)  $I_1$  برونسو و  $I_2$  درونسو است و  $I_1 > I_2$   
 (۴)  $I_1$  درونسو و  $I_2$  برونسو است و  $I_1 > I_2$



## محاسبات



۱۵- در شکل‌های (الف) و (ب)، خط‌های میدان مغناطیسی برآیند حاصل از دو سیم حامل جریان نشان داده شده، کدام گزینه درباره‌ی سوی جریان‌های هر شکل و نیروی الکترومغناطیسی بین سیم‌های هر شکل درست است؟

- (۱) شکل الف: جریان‌ها ناهمسو و نیرو ربایشی - شکل ب: جریان‌ها همسو و نیرو رانشی  
 (۲) شکل الف: جریان‌ها همسو و نیرو رانشی - شکل ب: جریان‌ها ناهمسو و نیرو ربایشی  
 (۳) شکل الف: جریان‌ها همسو و نیرو ربایشی - شکل ب: جریان‌ها همسو و نیرو رانشی  
 (۴) شکل الف: جریان‌ها همسو و نیرو ربایشی - شکل ب: جریان‌ها ناهمسو و نیرو رانشی

۱۶- در شکل روبه‌رو نیروی خالصی که از طرف دو سیم  $I_1$  و  $I_2$  بر سیم  $I_3$  وارد می‌شود، در کدام جهت است؟



۱۷- در شکل‌های مقابل، یک سیم‌لوله و یک حلقه حامل جریان که در فاصله دور از هم قرار دارند نشان داده شده است. اگر در نقاط مشخص شده عقربه مغناطیسی قرار دهیم در چه تعدادی از نقاط جهت عقربه به سمت راست می‌باشد؟

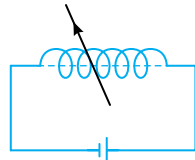
- (۱) ۱  
 (۲) ۲  
 (۳) ۳  
 (۴) ۴

۱۸- در هر سانتی‌متر طول یک سیم‌لوله ۶ حلقه وجود دارد. چه جریانی از آن بگذرد تا میدان روی محور اصلی سیم‌لوله

$$12\pi \text{ گاوس شود؟ } \left( \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{T}\cdot\text{m}}{\text{A}} \right)$$

- (۱) ۲/۵      (۲) ۵      (۳) ۷/۵      (۴) ۱۰

۱۹- در شکل روبه‌رو جهت نیرویی که سیم‌لوله به سیم راست وارد می‌کند در کدام جهت است؟

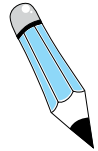


- (۱)  $\rightarrow$   
 (۲)  $\leftarrow$   
 (۳)  $\odot$   
 (۴)  $\otimes$

۲۰- کدام عبارت تفاوت بین مواد پارامغناطیسی و فرومغناطیسی سخت را به درستی بیان می‌کند؟

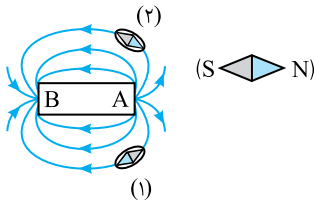
- (۱) نوع جهت‌گیری دو قطبی‌ها در میدان مغناطیسی خارجی در این مواد متفاوت است.  
 (۲) مواد پارامغناطیسی در حضور میدان مغناطیسی خارجی قوی به طور موقت خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند، اما پس از این که در مواد فرومغناطیسی سخت، خاصیت مغناطیسی ایجاد شد، این مواد این خاصیت را به مدت طولانی در خود نگه می‌دارند.  
 (۳) برای ایجاد خاصیت مغناطیسی، در مواد فرومغناطیسی سخت نسبت به مواد پارامغناطیسی به میدان مغناطیسی خارجی قوی‌تری نیاز است.  
 (۴) هر سه عبارت درست می‌باشد.

پاسخ تشریحی آزمون‌های فصل ۷



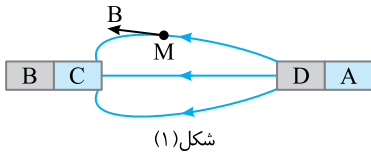
پاسخ آزمون ۵۶

۱- گزینه‌ی ۲ خطوط میدان در خارج آهنربا از N به S است، بنابراین A قطب N و B قطب S است. قطب N عقربه‌ی مغناطیسی سوی خطوط میدان را نشان می‌دهد. از این رو عقربه‌ی مغناطیسی (۱) به درستی در میدان قرار گرفته است.

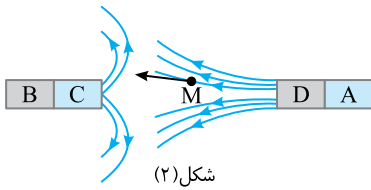


سراسری خارج از کشور ریاضی - ۸۸

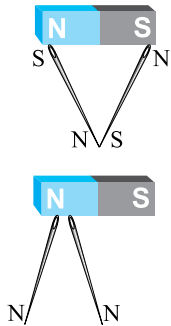
۲- گزینه‌ی ۴ با توجه به شکل (۱)، C قطب S و D قطب N می‌تواند باشد.



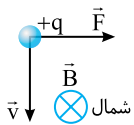
با توجه به شکل (۲)، C و D هر دو می‌توانند قطب N باشد به این شرط که آهنربای AD بسیار قوی‌تر از آهنربای BC باشد.



۳- گزینه‌ی ۲ انتهای سوزن متصل به هر قطب آهنربا با آن قطب ناهمنام است و نوک سوزن با آن قطب همنام است. در گزینه‌ی (۱) و (۲) و (۳) نوک سوزن‌ها قطب‌های N و S بوده و باید یک‌دیگر را بربایند بنابراین گزینه‌ی (۱) و (۳) نادرست است و گزینه‌ی (۲) درست است. در گزینه‌ی (۴) نیز نوک سوزن‌ها دارای قطب N شده و باید یک‌دیگر را برانند که در شکل چنین نیست و این گزینه نادرست است.



۴- گزینه‌ی ۲ می‌دانیم میدان مغناطیسی کره‌ی زمین از جنوب به شمال است. با توجه به شکل و قاعده‌ی دست راست نیروی وارد بر بار متحرک به سمت شرق بوده و ذره به سمت شرق منحرف می‌شود.



۵- گزینه‌ی ۳ با توجه به قاعده‌ی دست راست برای نیروی وارد بر بار متحرک در میدان مغناطیسی گزینه‌ی (۳) درست است.

۶- گزینه‌ی ۳

نیم‌نگاه

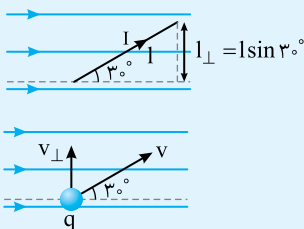
در رابطه نیروی وارد بر سیم حامل جریان یا ذره‌ی باردار در حال حرکت در میدان مغناطیسی، داریم:  
منظور از  $I_{\perp}$  تصویر سیم بر راستای عمود بر خطوط میدان است. مثلاً:

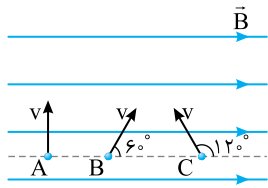
$$F = BI l \sin \theta = BI(l \sin \theta) = BI I_{\perp}$$

منظور از  $v_{\perp}$  تصویر سیم بر راستای عمود بر خطوط میدان است. مثلاً:

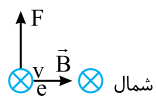
$$F = qvB \sin \theta = qB(v \sin \theta) = qBv_{\perp}$$

$$v_{\perp} = v \sin 30^{\circ}$$

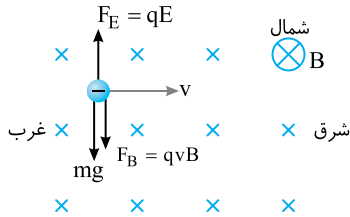




با توجه به رابطه‌ی نیروی وارد بر بار متحرک در میدان مغناطیسی  $F = qvB \sin \theta$  نیرو وقتی بیشینه است که  $\theta = 90^\circ$  و  $\sin \theta = 1$  باشد بنابراین  $F_A$  از  $F_B$  و  $F_C$  بزرگ‌تر است. از طرفی  $\sin 60^\circ = \sin 120^\circ$  در نتیجه  $F_B = F_C$  است.

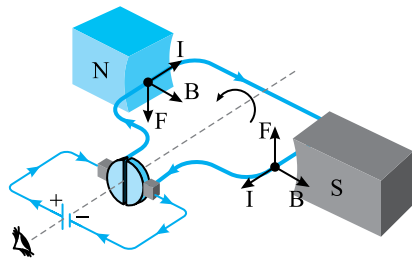


**۷- گزینه‌ی ۲** جهت شمال را درونسو در نظر می‌گیریم. الکترون به‌طور درونسو در حرکت بوده و سرعت آن درونسو و جهت نیرو رو به بالا است. پس بنا به قاعده‌ی دست راست برای نیروی وارد بر بار باید میدان مغناطیسی به سوی شرق باشد.  
 $F = qvB \sin \theta \Rightarrow F = qvB \Rightarrow 4/8 \times 10^{-14} = 1/6 \times 10^{-19} \times 2/4 \times 10^5 B \Rightarrow B = 1/25 T$  نیرو بیشینه است از این‌رو:



**۸- گزینه‌ی ۲** جهت شمال را به دلخواه درونسو اختیار می‌کنیم. با توجه به قاعده‌ی دست راست جهت نیروی وارد بر بار منفی رو به پایین است برای آن‌که ذره به حرکت افقی خود ادامه دهد باید  $F_T = 0$  باشد. بنابراین:  
 $F_E = F_B + W \Rightarrow qE = qvB + mg$   
 $\Rightarrow 200 \times 10^{-6} E = 200 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^4 \times 10^{-4} + 4 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow 200 E = 800 + 40$   
 $\Rightarrow E = \frac{840}{200} \Rightarrow E = 4/2 \frac{N}{C}$

این میدان باید رو به پایین باشد تا نیروی وارد بر بار منفی رو به بالا باشد.



**۹- گزینه‌ی ۲** با عبور جریان از حلقه و طبق قاعده دست راست داریم: بنابراین نیروهای وارد بر سیم باعث چرخش در جهت نشان داده می‌شود. پس اگر قطب A، مثبت باشد حلقه به صورت پادساعتگرد می‌چرخد.

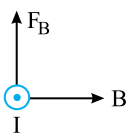
**۱۰- گزینه‌ی ۳** با توجه به شکل زاویه بین جریان و میدان مغناطیسی درونسو،  $90^\circ$  می‌باشد پس نیروی وارد بر سیم برابر است با:  
 $F = I l B \sin \theta \xrightarrow{\theta=90^\circ} F = I l B \Rightarrow F = 2 \times 1 \times 0/8 = 1/6 A$

با چرخش پادساعتگرد همچنان زاویه‌ی سیم و میدان  $90^\circ$  می‌باشد و اندازه‌ی نیرو تغییری نمی‌کند.

**۱۱- گزینه‌ی ۲** قبل از برقراری جریان نیرویی که فنر برای نگه داشتن آهنربا بر آن وارد می‌کند با وزن آهنربا برابر است:

$F_1 = mg \Rightarrow F_1 = 2N$

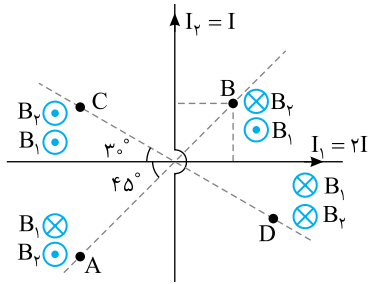
پس از برقراری جریان نیرویی که فنر باید تحمل کند تا آهنربا را نگه دارد  $2/2N$  شده است.



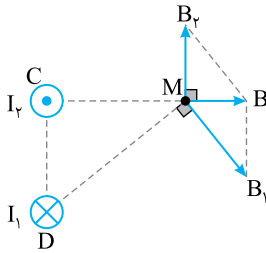
افزایش نیروی فنر بیانگر این است که سیم بر آهنربا نیروی  $F_B = 2/2 - 2 = 0/2N$  رو به پایین وارد می‌کند. بنا بر قانون سوم نیوتون آهنربا بر سیم نیروی  $0/2N$  رو به بالا وارد می‌کند. در این صورت:  
 $F_B = I l B \sin \theta \Rightarrow 0/2 = I \times 0/2 \times 0/1 \times 1 \Rightarrow I = 10 A$   
 سوی جریان نیز با قاعده دست راست باید برونسو باشد.

**۱۲- گزینه‌ی ۱** با قاعده‌ی دست راست جهت میدان هر سیم را در مرکز مربع برای هر گزینه مشخص کرده، سپس بیشینه‌ی مقدار میدان را مشخص می‌کنیم.

گزینه‌ی (۴):	گزینه‌ی (۳):	گزینه‌ی (۲):	گزینه‌ی (۱):
$B_T = 2B, B_F + B_V = 0$	$B_T = 2B, B_F + B_V = 0$	$B_T = 2B, B_F + B_V = 0$	$B_T = 2\sqrt{2}B, B_V + B_F = 2B$
برایند میدان در مرکز مربع صفر است.	برایند میدان در مرکز مربع صفر است.	برایند میدان در مرکز مربع صفر است.	برایند میدان در مرکز مربع صفر است.

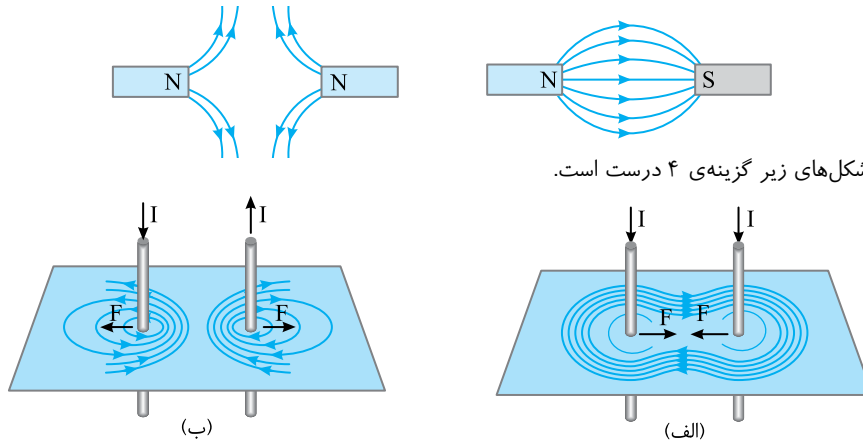


۱۳- گزینه‌ی ۴ در نقاط A و B که هر کدام در فاصله یکسانی از دو سیم برابر قرار گرفته‌اند میدان سیم‌ها در خلاف جهت هم بوده اما میدان  $B_1$  بزرگتر است زیرا جریان آن بیشتر است. بنابراین در این دو نقطه میدان صفر نمی‌شود. در نقاط C و D میدان سیم‌ها هم‌جهت است بنابراین میدان خالص صفر نمی‌شود و گزینه‌ی (۴) درست است.

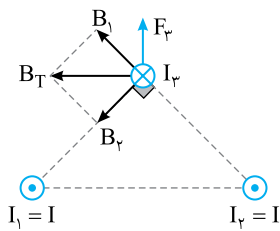


۱۴- گزینه‌ی ۴ با توجه به شکل روبه‌رو باید  $I_1$  درون‌سو و  $I_2$  برون‌سو باشد تا برابری میدان‌های آن‌ها بردار B شود، از طرفی چون بردار B (بردار برابری) به  $B_1$  نزدیک‌تر است، میدان  $B_1$  از  $B_2$  بزرگ‌تر است در نتیجه  $I_1$  از  $I_2$  بزرگ‌تر است.

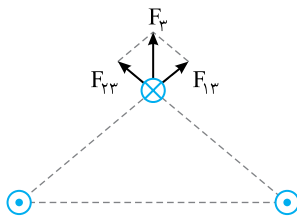
۱۵- گزینه‌ی ۴ با توجه به شکل خط‌های میدان شکل (الف) و (ب) شاید بتوان با ساده‌نگری آن‌ها را با خط‌های میدان زیر مقایسه کرد.



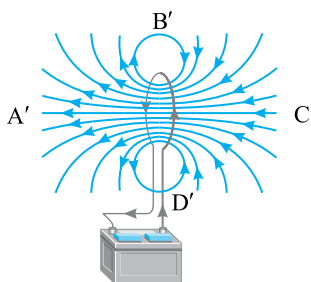
در این صورت با توجه به شکل‌های زیر گزینه‌ی ۴ درست است.



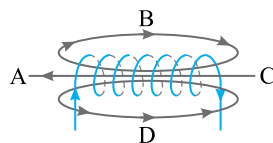
۱۶- گزینه‌ی ۴ به کمک قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی  $B_1$  و  $B_2$  ناشی از سیم‌های  $I_1$  و  $I_2$  را در محل سیم  $I_3$  به دست می‌آوریم و بردار آن‌ها را رسم می‌کنیم. مطابق شکل میدان مغناطیسی برابری  $B_T$  به سمت چپ و در راستای افقی خواهد بود. اکنون به کمک قاعده‌ی دست راست برای نیروی وارد بر سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی جهت نیروی وارد بر سیم  $I_3$  رو به بالا به دست می‌آید. روش دیگر:



سیم‌های موازی که جریان‌های ناهمسو دارند بر هم نیروی رانشی وارد می‌کنند. مطابق شکل نیروهای  $F_{13}$  و  $F_{23}$  در امتداد خط واصل سیم‌ها هستند و نیروی خالص  $F_3$  رو به بالا خواهد بود.



۱۷- گزینه‌ی ۴ خطوط میدان اطراف سیم‌لوله و میدان را رسم می‌کنیم:



خطوط میدان در نقاط B و D سیم‌لوله به سمت راست می‌باشد و خطوط میدان در نقاط B' و D' در حلقه نیز به سمت راست می‌باشد.

۱۸- گزینه‌ی ۲ با توجه به صورت سؤال نسبت  $\frac{N}{l}$  را به دست می‌آوریم. دقت کنید که  $l$  باید بر حسب واحد متر باشد:

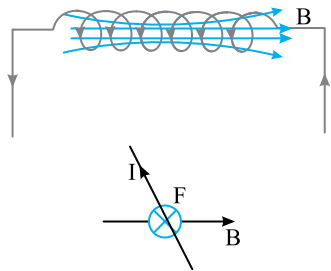
$$\frac{N}{l} = \frac{6}{1 \times 10^{-2}} \Rightarrow \frac{N}{l} = 600$$

$$B = 12\pi G = 12\pi \times 10^{-7} \text{ T}$$

میدان داده شده در سؤال بر حسب گاوس است:

میدان روی محور اصلی سیمولوله برابر است با:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} = \mu_0 \times \frac{N}{l} \times I = 4\pi \times 10^{-7} \times 600 \times I = 12\pi \times 10^{-7} \Rightarrow I = 5 \text{ A}$$



۱۹- گزینه‌ی ۴ ابتدا جهت میدان حاصل از سیمولوله را طبق قاعده‌ی دست راست به دست می‌آوریم:

سیم راست حامل جریان تحت تأثیر میدان مغناطیسی درون سیمولوله قرار گرفته است. طبق قاعده‌ی دست راست جهت نیروی وارد بر سیم راست را به دست می‌آوریم:

۲۰- گزینه‌ی ۲ جهت گیری دو قطبی‌های هر دو ماده در جهت میدان مغناطیسی خارجی می‌باشد و با هم تفاوتی ندارند بنابراین گزینه‌ی (۱) نادرست است. ماده فرومغناطیسی سخت در میدان خارجی راحت‌تر از ماده پارامغناطیسی خاصیت مغناطیسی به دست می‌آورد و گزینه‌ی (۳) نادرست است. خاصیت مغناطیسی در مواد پارامغناطیسی موقت می‌باشد اما در مواد فرومغناطیسی سخت پس از ایجاد این خاصیت به مدت طولانی در ماده باقی می‌ماند. پس گزینه‌ی (۲) درست می‌باشد.

## پاسخ آزمون ۵۷

۱- گزینه‌ی ۴ در شکل (۱) با توجه به قطب‌ها باید ناهمنام باشند بنابراین قطب‌های  $Q$  و  $P$ ،  $S$  و  $N$  یا  $N$  و  $S$  هستند. در شکل (۲) قطب‌ها باید همنام باشند. بنابراین  $K$  و  $L$  باید هر دو  $S$  یا هر دو  $N$  باشند بنابراین گزینه‌ی (۴) درست است.

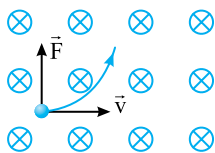
۲- گزینه‌ی ۲ خط‌های میدان موازی هستند. اما میدان یکنواخت نیست زیرا میدان کمیت برداری است و بردار آن در هر نقطه بر خط میدان مماس است. در این صورت جهت بردار میدان در حال تغییر است و میدان یکنواخت نیست. اما تراکم خطوط در نقاط  $a$  و  $b$  برابر است. بنابراین اندازه‌ی میدان در نقاط  $a$  و  $b$  یکسان است.

۳- گزینه‌ی ۲ هرگاه از سیمولوله‌ی فنی جریان بگذرد، جریان‌های حلقه‌های مجاور هم همسو بوده و یکدیگر را می‌ریبند و فنر فشرده می‌شود بنابراین گزینه‌ی (۱) نادرست است.

نیروی مغناطیسی وارد بر ذره‌ی باردار بر سرعت بار عمود بوده و کار آن صفر است بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

نیروی وارد بر ذره‌ی باردار بر میدان و سرعت بار عمود است بنابراین گزینه‌ی (۳) نادرست است.

خط میدان حلقه روی محور حلقه در امتداد محور است و اگر ذره در این امتداد حرکت کند نیروی وارد بر آن صفر است بنابراین گزینه‌ی (۴) نادرست است.



۴- گزینه‌ی ۲ با توجه به قاعده‌ی دست راست نیروی وارد بر بار مثبت  $q$  رو به بالا است و بارها باید رو به بالا منحرف شوند. بار هر دو ذره یکسان است و نیروی مغناطیسی وارد بر آن‌ها یکسان است. اما جرم  $A$  بزرگ‌تر از جرم  $B$  است و انحراف آن کم‌تر است. بنابراین گزینه‌ی (۲) درست است.

۵- گزینه‌ی ۴ نیروی مؤثر وارد بر پروتون، نیروی میدان مغناطیسی است. از این‌رو:

$$\begin{cases} F = qvB \sin \theta \\ F = ma \end{cases} \Rightarrow qvB \sin \theta = ma \Rightarrow 1/6 \times 10^{-19} \times v \times 3/4 \times 10^{-27} = 1/7 \times 10^{-27} \times 3/2 \times 10^{13} \Rightarrow v = 2 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

اکنون تندی را بر حسب  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  به دست می‌آوریم:

$$v = 2 \times 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \Rightarrow v = 720 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

۶- گزینه‌ی ۴ ذره با بار  $-q$  در امتداد میدان الکتریکی شلیک شده است و میدان الکتریکی نیرویی به سمت چپ به آن وارد می‌کند و باعث کاهش تندی ذره می‌شود که ممکن است سبب متوقف شدن ذره و برگرداندن آن شود. از طرفی نیرویی که میدان مغناطیسی بر ذره‌ی باردار متحرک وارد می‌کند، بر راستای سرعت ذره عمود است. بنابراین نیروی  $F_B$  نیروی  $F_E$  را خنثی نمی‌کند و میدان  $B$  در هر جهتی باشد، تغییر سرعت اتفاق می‌افتد.