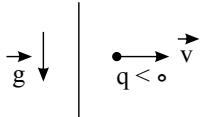




۱-  $L$  سانتی متر از سیم راست یکنواخت رسانایی را که جرم واحد طول آن  $3 \frac{g}{cm}$  بوده و حامل جریان  $5A$  است، درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار می دهیم. حداقل اندازه میدان مغناطیسی چند گاوس باشد تا سیم با شتاب  $20 \frac{m}{s^2}$  حرکت کند؟ ( $g = 10 \frac{m}{s^2}$ )

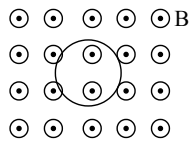
- ① ۱٫۸      ② ۰٫۶      ③  $18 \times 10^3$       ④  $6 \times 10^3$

۲- بار الکتریکی  $q < 0$  در جهت نشان داده بدون انحراف در حال حرکت است. جهت جریان عبوری از سیم به سمت ..... و بزرگی آن در حال ..... است.



- ① پایین، افزایش      ② بالا، کاهش  
③ پایین، کاهش      ④ بالا، افزایش

۳- شکل زیر، سطح حلقه ای را عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی در لحظه  $t = 0$  نشان می دهد. اگر معادله میدان مغناطیسی بر حسب زمان به صورت  $B = t^2 - 3t + 2$  (در SI) باشد، جهت جریان القایی در حلقه از لحظه  $t = 0$  تا لحظه  $t = 5s$  چند ثانیه پادساعتگرد خواهد بود؟ (راستای میدان مغناطیسی ثابت است).



- ① ۳٫۵      ② ۰٫۵      ③ ۱      ④ ۱٫۵

۴- شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه بسته به شعاع  $m$  ۰٫۱ که نسبت به مقاومت الکتریکی به طول آن  $2 \frac{\Omega}{m}$  است، در مدت زمان  $\Delta t$  به اندازه  $6Wb$  تغییر می کند. از هر مقطع سیم این حلقه در این مدت زمان چند میلی کولن بار الکتریکی عبور کرده است؟ ( $\pi \simeq 3$ )

- ① ۰٫۵      ② ۵      ③ ۵۰      ④ ۵۰۰

۵- چند مورد از گزاره های زیر صحیح است؟

(الف) برای انتقال توان الکتریکی در فاصله های دور، تا جایی که امکان دارد باید از جریان های کم و ولتاژهای بالا استفاده کرد.

(ب) در مولدهای صنعتی پیچها ساکن هستند و آهنربای الکتریکی در آنها می چرخند.

(ج) هنگام عبور جریان پایا از یک القاگر آرمانی انرژی به آن وارد یا از آن خارج نمی شود.

(د) یکی از مزیت های توزیع توان  $dc$  بر  $ac$  آن است که افزایش و کاهش ولتاژ  $dc$  بسیار آسان تر از ولتاژ  $ac$  است.

- ① ۱      ② ۲      ③ ۳      ④ ۴



۶- به یک متر از سیم  $A$  که حامل جریان ۲ آمپر می‌باشد، توسط میدان مغناطیسی که خطوط آن با امتداد سیم زاویه  $30^\circ$  درجه می‌سازد، نیروی یک نیوتون وارد می‌شود. اگر از سیم  $B$  که موازی با جهت نیروی وارد بر سیم  $A$  است، جریان ۵ آمپر عبور کند، چند نیوتون نیرو از طرف میدان به واحد طول سیم  $B$  وارد می‌شود؟

- ① صفر      ② ۸      ③ ۶      ④ ۵

۷- معادله شار مغناطیسی گذرنده از سطح یک حلقه در  $SI$  به صورت  $\Phi = 0.05 \cos(40\pi t)$  است. دومین بار در چه لحظه‌ای بر حسب ثانیه مقدار جریان به بیشترین مقدار خود می‌رسد و در هر دقیقه چند بار جهت جریان عوض می‌شود؟

- ①  $\frac{1}{6}$  و ۱۲۰۰      ②  $\frac{3}{80}$  و ۱۲۰۰      ③  $\frac{1}{6}$  و ۲۴۰۰      ④  $\frac{3}{80}$  و ۲۴۰۰

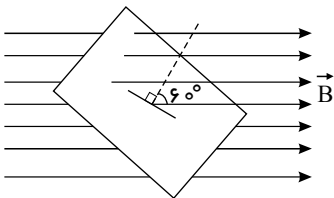
۸- ضریب القاوری یک القاگر  $0.12$  هانری است. اگر جریان عبوری از آن ۲ آمپر افزایش یابد، انرژی ذخیره شده در آن  $600$  میلی ژول تغییر می‌کند. انرژی ذخیره شده در القاگر در حالت اول چند میلی ژول است؟

- ① ۲۴۰      ② ۵۴۰      ③  $0.24$       ④ ۱۳۵

۹- یک سیملوله به طول ۲ متر از سیمی به قطر مقطع  $4mm$  ساخته شده است. اگر دورهای سیم بدون فاصله کنار هم پیچیده شده باشند، با عبور جریان  $2A$  از سیملوله، اندازه میدان مغناطیسی در نقطه‌ای درون سیملوله و دور از لبه‌های آن چند تسلا می‌شود؟ ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$ )

- ①  $4\pi \times 10^{-3}$       ②  $2\pi \times 10^{-3}$       ③  $4\pi \times 10^{-4}$       ④  $2\pi \times 10^{-4}$

۱۰- مطابق شکل زیر، قاب رسانایی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی  $10^4 G$  قرار دارد. در مدت  $10$  میلی ثانیه حلقه در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت به اندازه  $180^\circ$  درجه می‌چرخد. اگر مقاومت حلقه  $5\Omega$  و مساحت سطح آن  $20 cm^2$  باشد، جریان القایی متوسط که از قاب می‌گذرد، در این مدت چند آمپر است؟



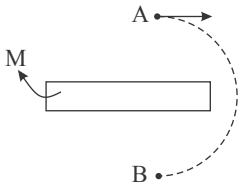
- ①  $2 \times 10^{-3}$       ②  $2 \times 10^{-2}$       ③  $4 \times 10^{-2}$       ④  $4 \times 10^{-3}$

۱۱- ذره‌ای به جرم  $1mg$  با بار الکتریکی  $10 \mu C$  با تندی  $10^3 m/s$  در راستای افقی از جنوب به شمال در حرکت است. بزرگی و جهت کم‌ترین میدان مغناطیسی بر حسب گaus که سبب می‌شود این ذره مسیر افقی حرکت خود را حفظ کند، کدام است؟ ( $g = 10 m/s^2$ )

- ① ۱۰، غرب به شرق      ② ۱، غرب به شرق      ③ ۱۰، شرق به غرب      ④ ۱، شرق به غرب



۱۲- در شکل زیر، یک عقربه مغناطیسی در بالای یک آهنربا در نقطه  $A$  نشان داده شده است. در این صورت سر  $M$  آهنربا نشان دهنده قطب ..... آهنربا است و اگر عقربه مغناطیسی در مسیر نیم دایره ای نشان داده شده از نقطه  $A$  تا نقطه  $B$  به آرامی جابه جا شود، در طی این حرکت، عقربه مغناطیسی ..... درجه می چرخد.



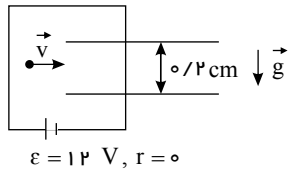
②  $180^\circ, S$

①  $180^\circ, N$

④  $360^\circ, S$

③  $360^\circ, N$

۱۳- مطابق شکل زیر، بار الکتریکی  $q = -4\mu C$  به جرم  $2g$  با تندی  $1 \times \frac{km}{s}$  به صورت افقی در فضای بین دو صفحه خازن تخت افقی پرتاب می شود. جهت و بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت عمود بر صفحه بر حسب تسلا مطابق با کدام گزینه باشد تا بردار سرعت اولیه ذره تغییر نکند؟ ( $g = 1 \times \frac{N}{kg}$  و فضای بین صفحات خازن خلأ است).



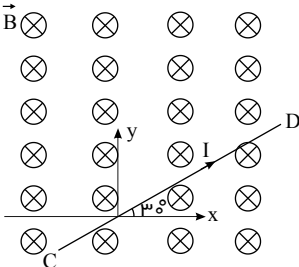
② برونسو، ۱

① برونسو، ۰٫۱

④ درونسو، ۰٫۱

③ درونسو، ۱

۱۴- سیم رسانای  $CD$  به طول ۲ متر مطابق شکل زیر در صفحه کاغذ قرار دارد و جریان  $I = 2,5A$  از آن عبور می کند. اگر بزرگی میدان مغناطیسی درونسو و یکنواخت  $B$ ، ۳۰۰ گاوس باشد، اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم  $CD$  از طرف میدان مغناطیسی بر حسب نیوتون و زاویه این نیرو با جهت مثبت محور  $x$ ، به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟



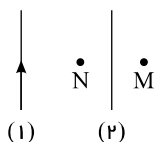
②  $120^\circ$  و  $0,15$

①  $30^\circ$  و  $0,15$

④  $120^\circ$  و  $1,5$

③  $60^\circ$  و  $1,5$

۱۵- مطابق شکل زیر از دو سیم موازی، جریان های ثابتی می گذرد. اگر بردار میدان مغناطیسی برآیند حاصل از دو سیم در نقاط  $M$  و  $N$  یکسان باشد، جهت میدان مغناطیسی در نقطه  $M$  و نوع نیرویی که دو سیم به یکدیگر وارد می کنند، به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (نقاط  $M$  و  $N$  در فاصله یکسان از سیم (۲) قرار دارند).



② برونسو، دافعه

① برونسو، جاذبه

④ درونسو، جاذبه

③ درونسو، دافعه

۱۶- طول یک سیملوله ۱ متر و تعداد دور آن برابر ۵۰ است. اگر جریان عبوری از سیملوله  $1,5A$  باشد، بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله در نقطه ای دور از لبه های آن چند گاوس است؟ ( $\mu_0 = 12 \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$ )

④  $0,9$

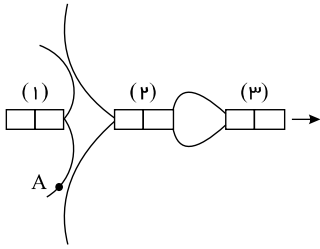
③  $9 \times 10^{-5}$

②  $0,45$

①  $4,5 \times 10^{-5}$



۱۷- شکل زیر، خطوط میدان مغناطیسی در اطراف سه آهنربای میله‌ای را نشان می‌دهد و عقربه‌ای مغناطیسی در سمت راست آن‌ها در حال تعادل قرار گرفته است. به ترتیب از راست به چپ، قوی‌ترین و ضعیف‌ترین آهنربا کدام است و جهت میدان مغناطیسی در نقطه A به کدام سمت است؟



② ۱، ۳، ✓

④ ۲، ۱، ✓

① ۱، ۳، ↗

③ ۲، ۱، ↗

۱۸- الکترونی با تندی  $v$ ، در راستای قائم رو به پایین پرتاب می‌شود. اگر جهت میدان مغناطیسی زمین در راستای افق و به سمت شمال باشد، الکترون به کدام سمت منحرف می‌گردد؟

④ جنوب

③ شمال

② غرب

① شرق

۱۹- بار الکتریکی  $-2\mu C$  با سرعت  $\vec{v} = (3\vec{i} + 4\vec{j}) \times 10^6$  وارد میدان مغناطیسی یکنواخت  $\vec{B} = (6 \times 10^{-3})\vec{j}$  می‌شود. اندازه نیروی مغناطیسی وارد بر این ذره باردار از طرف میدان مغناطیسی چند نیوتون است؟ (تمام واحدها در SI هستند.)

④  $7.2 \times 10^{-2}$

③  $3.6 \times 10^{-2}$

②  $6 \times 10^{-2}$

①  $1.8 \times 10^{-2}$

۲۰- ذره‌ای به جرم ۱ گرم و بار الکتریکی  $1\mu C$  با تندی  $10^5$  متر بر ثانیه، در جهت شمال به جنوب به‌طور عمود وارد یک میدان مغناطیسی یکنواخت افقی می‌شود. بزرگی میدان مغناطیسی برحسب گاوس و جهت آن مطابق با کدام گزینه باشد تا این ذره بدون انحراف از میدان مغناطیسی خارج شود؟ ( $g = 10 \frac{N}{kg}$ )

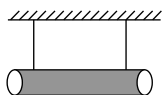
④  $10^3$ ، شرق

③  $10^3$ ، غرب

②  $10^3$ ، شرق

①  $10^3$ ، غرب

۲۱- مطابق شکل زیر، سیمی به طول  $2m$  در راستای شرقی - غربی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی  $2T$  که جهت آن به‌طرف جنوب است، قرار گرفته و اندازه نیروی کشش هر یک از ریسمان‌ها  $3N$  است. جریان الکتریکی چند آمپری و به کدام سمت از سیم عبور دهیم تا اندازه نیروی کشش هر یک از ریسمان‌ها  $2N$  شود؟



②  $2.5$ ، به سمت شرق

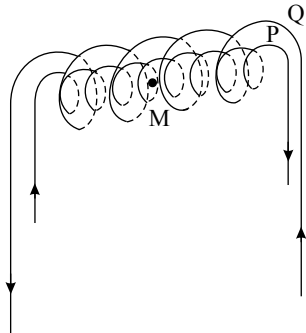
④  $5$ ، به سمت شرق

①  $2.5$ ، به سمت غرب

③  $5$ ، به سمت غرب



۲۲- در شکل مقابل طول سیملوله آرمانی  $Q$ ، ۲۰ درصد بیش‌تر از طول سیملوله آرمانی  $P$  است و تعداد دورهای سیملوله  $P$ ، ۴۰ درصد بیش‌تر از تعداد دورهای سیملوله  $Q$  است، نسبت جریان عبوری از سیملوله  $Q$  به سیملوله  $P$  کدام گزینه باشد تا بزرگی برآیند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطه  $M$  برابر صفر باشد؟



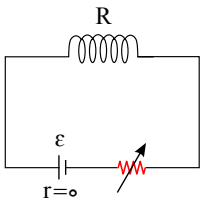
$$\frac{25}{42} \quad (2)$$

$$\frac{6}{7} \quad (4)$$

$$\frac{7}{6} \quad (1)$$

$$\frac{42}{25} \quad (3)$$

۲۳- در شکل زیر مقاومت الکتریکی سیملوله آرمانی برابر  $R$  و بزرگی میدان مغناطیسی درون آن در نقطه‌ای دور از لبه‌های آن  $B$  است. اگر در ابتدا رئوستا روی مقاومت  $R_p = 2R$  تنظیم شده باشد، مقاومت رئوستا را چند درصد و چگونه تغییر دهیم تا بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله در نقطه‌ای دور از لبه‌های آن  $\frac{B}{4}$  افزایش یابد؟



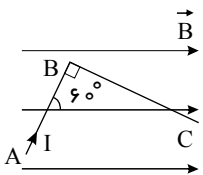
(۲) ۳۰ درصد، افزایش

(۴) ۲۰ درصد، افزایش

(۱) ۳۰ درصد، کاهش

(۳) ۲۰ درصد، کاهش

۲۴- در شکل زیر، دو قطعه سیم عمود بر هم  $AB$  و  $BC$  به طول‌های  $10\text{ cm}$  و  $20\text{ cm}$  که به‌طور متوالی به یکدیگر متصل هستند، درون یک میدان مغناطیسی یکنواخت با بزرگی  $50\text{ G}$  قرار دارند و از آن‌ها جریان الکتریکی  $1\text{ A}$  عبور می‌کند. اندازه نیروی مغناطیسی خالص وارد بر این مجموعه سیم، چند نیوتون است؟



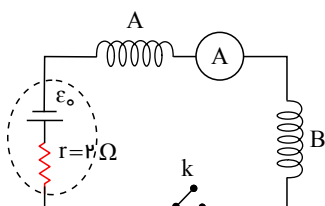
(۴) صفر

$$\frac{\sqrt{7}}{40} \quad (3)$$

$$\frac{2 - \sqrt{3}}{40} \quad (2)$$

$$\frac{2 + \sqrt{3}}{40} \quad (1)$$

۲۵- در مدار شکل زیر، سیم به‌کار رفته در ساخت سیملوله‌های  $A$  و  $B$  دارای سطح مقطع و جنس یکسانی بوده، طول و شعاع سطح مقطع سیملوله مسی  $A$  به ترتیب ۳ و  $\frac{3}{4}$  برابر طول و شعاع سطح مقطع سیملوله مسی  $B$  و مقاومت الکتریکی سیملوله  $A$  برابر  $18\Omega$  است. با بستن کلید  $k$ ، بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت درون سیملوله  $A$ ، دو برابر بزرگی میدان مغناطیسی یکنواخت درون سیملوله  $B$  می‌شود. اگر در این حالت آمپرسنج ایده‌آل  $2A$  را نشان دهد، نیروی محرکه باتری چند ولت است؟



$$44 \quad (2)$$

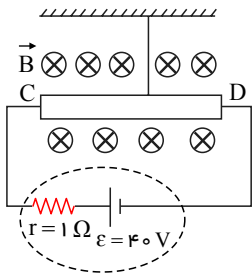
$$48 \quad (4)$$

$$42 \quad (1)$$

$$46 \quad (3)$$



۲۶- مطابق شکل زیر، میلهٔ رسانای  $CD$  به طول  $۲۰\text{ cm}$  به طور کامل در میدان مغناطیسی یکنواخت  $\vec{B}$  به بزرگی  $۰.۲\text{ T}$  از نخ سبکی آویخته شده و در حال تعادل قرار دارد و نیروی کشش نخ  $T$  است. اگر بدون تغییر در اندازهٔ میدان، جهت آن برعکس شود، اندازهٔ نیروی کشش نخ چگونه تغییر می‌کند؟ (مقاومت الکتریکی میلهٔ  $۳\Omega$  است.)



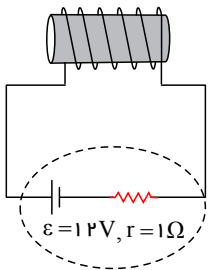
①  $۸ \times ۱۰^{-۲}$  نیوتن افزایش می‌یابد.

② تغییر نمی‌کند.

③  $۸ \times ۱۰^{-۲}$  نیوتن کاهش می‌یابد.

④  $۸ \times ۱۰^{-۱}$  نیوتن افزایش می‌یابد.

۲۷- مطابق شکل زیر، القاگری که دارای سیم‌هایی با مقاومت الکتریکی  $۴\Omega$  می‌باشد، به مولد متصل شده است. اگر با نصف کردن طول القاگر، ضریب القاوری آن نصف شود، انرژی ذخیره شده در آن چند برابر می‌شود؟ (از مقاومت الکتریکی سیم‌های رابط صرف نظر کنید.)



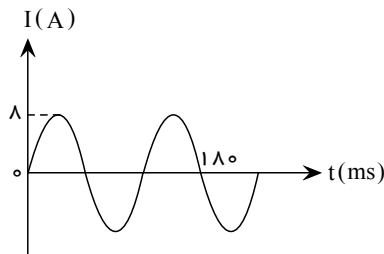
②  $\frac{۲۵}{۹}$

④ ۸

①  $\frac{۲۵}{۱۸}$

③ ۴

۲۸- شکل زیر، نمودار جریان متناوبی را نشان می‌دهد که از یک رسانای  $۵$  اهمی می‌گذرد. در چه لحظه‌ای برحسب میلی‌ثانیه، جریان برای اولین بار نصف بیشینهٔ آن می‌شود؟



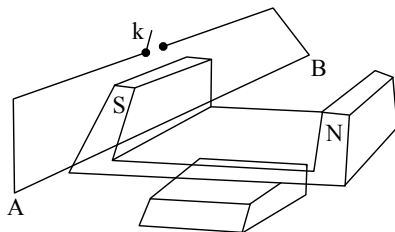
② ۱۰

④ ۳۰

① ۵

③ ۲۰

۲۹- مطابق شکل زیر، سیم  $AB$  بین قطب‌های یک آهنربای نعلی شکل قرار گرفته است. وقتی کلید  $k$  باز است، ترازو عدد  $F_1$  و وقتی کلید  $k$  را ببندیم، جریان  $I$  از سیم عبور کرده و ترازو عدد  $F_2$  را نمایش می‌دهد. کدام گزینه، مقایسهٔ درستی بین عددهای  $F_1$  و  $F_2$  را نشان می‌دهد؟



① اگر جهت جریان از  $A$  به  $B$  باشد،  $F_1 > F_2$  است.

② اگر جهت جریان از  $B$  به  $A$  باشد،  $F_2 > F_1$  است.

③ اگر جهت جریان از  $A$  به  $B$  باشد،  $F_2 > F_1$  است.

④ به جهت جریان بستگی ندارد و همواره  $F_2 > F_1$  است.



۳۰- پیچه مسطحی به قطر مقطع  $40\text{ cm}$  درون میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی  $0.2\text{ T}$  قرار دارد. اگر قطر پیچه و تعداد دورهای آن نصف و زاویه بین خطهای میدان مغناطیسی و خط عمود بر سطح پیچه دو برابر شود و همین طور اندازه میدان مغناطیسی یکنواخت عبوری از پیچه ۲۰ درصد کاهش یابد، شار عبوری از پیچه  $\frac{\sqrt{3}}{15}$  برابر می شود. شار

نهایی عبوری از این پیچه چند میلی وبر است؟ ( $\pi = 3$ )

④  $0.6\sqrt{3}$

③  $0.06$

②  $1.2\sqrt{3}$

①  $0.24$



## پاسخنامه تشریحی

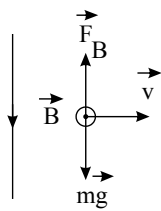
۱- گزینه ۴ حداقل اندازه میدان مغناطیسی زمانی است که میدان بر راستای سیم عمود بوده و سیم به طرف پایین حرکت کند:

$$F + mg = ma \xrightarrow{F=BIL \sin \alpha} B \times 5 \times \frac{1}{100} + \frac{3}{1000} \times 10 = \frac{3}{1000} \times 20$$

$$\Rightarrow B = 6 \times 10^{-1} T = 6 \times 10^3 G$$

۲- گزینه ۱

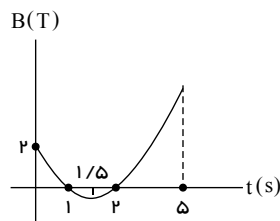
چون بار بدون انحراف در حال حرکت است بنابراین نیروهای  $\vec{F}_B$  و  $m\vec{g}$  هم‌اندازه و در خلاف یکدیگر به بار وارد می‌شوند.  
با استفاده از قاعده دست راست برای بارهای منفی، جهت میدان مغناطیسی در محل بار برونسو است.  
اکنون با استفاده از قاعده دست راست جهت جریان سیم به سمت پایین تعیین می‌شود.



با توجه به این‌که بار در حال دور شدن از سیم است و بزرگی نیروهای  $\vec{F}_B$  و  $m\vec{g}$  همواره با یکدیگر برابر است، از طرفی نیروی مغناطیسی وارد بر بار الکتریکی از طرف سیم با فاصله از سیم رابطه عکس و با بزرگی جریان عبوری از سیم رابطه مستقیم دارد، بنابراین چون ثابت  $|\vec{F}_B| = |m\vec{g}|$  است، پس بایستی جریان عبوری از سیم افزایش یابد.

۳- گزینه ۴ با توجه به رابطه  $B = t^2 - 3t + 2$ ، میدان مغناطیسی بر حسب زمان مطابق نمودار زیر، به شکل سهمی است.

طبق این نمودار:



از  $t = 0s$  تا  $t = 1s$ : علامت میدان مثبت است و کاهش می‌یابد  $\Leftarrow$  میدان برونسو است و اندازه آن کاهش می‌یابد  $\Leftarrow$  جریان القایی پادساعتگرد است.

در بازه زمانی  $t = 1s$  تا  $t = 1.5s$ : علامت میدان منفی است و اندازه آن افزایش می‌یابد  $\Leftarrow$  میدان درونسو است و اندازه آن افزایش می‌یابد  $\Leftarrow$  جریان القایی پادساعتگرد است.

از  $t = 1.5s$  تا  $t = 2s$ : علامت میدان منفی است و اندازه آن کاهش می‌یابد  $\Leftarrow$  میدان درونسو است و اندازه آن کاهش می‌یابد  $\Leftarrow$  جریان القایی ساعتگرد است.

از  $t = 2s$  تا  $t = 5s$ : علامت میدان مثبت است و اندازه آن افزایش می‌یابد  $\Leftarrow$  میدان برونسو است و اندازه آن افزایش





می‌یابد  $\Leftarrow$  جریان القایی ساعتگرد است.

۴- گزینه ۴ ابتدا مقاومت حلقه را به دست می‌آوریم:

$$\frac{R}{L} = 2 \Rightarrow R = 2L = 2 \times (2\pi r) = 2 \times (2 \times 3 \times 0.1) \Rightarrow R = 1.2 \Omega$$

با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

$$\begin{aligned} \bar{\varepsilon} &= -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{-\Delta \Phi}{\Delta t} \\ \bar{I} &= \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \left| \frac{-\Delta \Phi}{R \Delta t} \right| \Rightarrow \frac{|\Delta q|}{\Delta t} = \left| \frac{-\Delta \Phi}{R \Delta t} \right| \\ \Rightarrow |\Delta q| &= \frac{|\Delta \Phi|}{R} \Rightarrow |\Delta q| = \frac{0.6}{1.2} = 0.5 C = 500 mC \end{aligned}$$

۵- گزینه ۳ طبق متن کتاب درسی موارد «الف»، «ب» و «ج» صحیح هستند و مورد «د» نادرست است.

بررسی مورد نادرست:

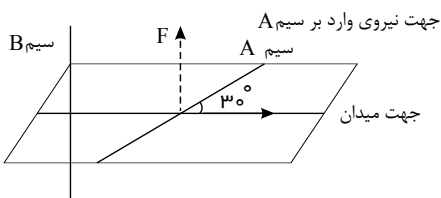
(د) یکی از مزیت‌های مهم توزیع توان الکتریکی  $ac$  بر  $dc$  آن است که افزایش و کاهش ولتاژ  $ac$  بسیار آسان‌تر از ولتاژ  $dc$  است.

۶- گزینه ۴ با استفاده از اطلاعات سیم  $A$ ، بزرگی میدان را محاسبه می‌کنیم.

$$F = BIL \sin \alpha \Rightarrow 1 = B \times 2 \times 1 \times \sin(30^\circ) \Rightarrow B = 1 (T)$$

طبق اطلاعات مسئله، سیم  $B$  موازی با نیروی وارد بر سیم  $A$  است. بنابراین سیم  $B$  بر میدان مغناطیسی عمود می‌باشد.

$$F = BIL \sin \alpha \Rightarrow 1 \times 5 \times 1 \times \sin 90^\circ \Rightarrow 5 N$$



۷- گزینه ۴ با توجه به معادله جریان  $I = I_{\max} \sin \frac{2\pi}{T} t$  می‌توان گفت که در لحظاتی که  $|\sin \frac{2\pi}{T} t| = 1$  شود، شدت جریان در حلقه بیشینه مقدار خود را دارد.

$$\frac{2\pi}{T} t = (2m - 1) \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = (2m - 1) \frac{\pi}{4} \quad m = 1, 2, 3, 4 \dots$$

و در دومین بار داریم:

$$m = 2 \Rightarrow t = 3 \frac{\pi}{4}$$

۱ مقایسه  $\Phi = 0.05 \cos 40\pi t$  و معادله  $\Phi = \Phi_{\max} \cos \frac{2\pi}{T} t$  خواهیم داشت:

$$\frac{2\pi}{T} = 40\pi$$



بنابراین دوره تغییرات جریان برابر خواهد بود با:

$$\frac{2\pi}{T} = 40\pi \Rightarrow T = \frac{1}{20} s$$

$$m = 2 \Rightarrow t = \frac{3}{4} \times \frac{1}{20} = \frac{3}{80} s$$

با توجه به این که در هر دوره دو بار جهت جریان عوض می شود، می توان نتیجه گرفت که در مدت یک دقیقه به اندازه

$$n = \frac{t}{T} = \frac{60}{\frac{1}{20}} = 1200$$

دوره طی شده و بنابراین به تعداد  $1200 \times 2 = 2400$  بار جهت جریان عوض می شود.

۸- گزینه ۴ با توجه به رابطه انرژی ذخیره شده در القاگر داریم:

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow U_2 - U_1 = \frac{1}{2} L(I'^2 - I^2)$$

$$I' = I + 2(A), \Delta U = 600 mJ = 0.6 J$$

$$L = 0.12 H$$

$$0.6 = \frac{1}{2} \times 0.12 \times [(I + 2)^2 - I^2] \Rightarrow 10 = (I + 2 - I)(I + 2 + I)$$

$$\Rightarrow 10 = 4 + 4I \Rightarrow I = \frac{3}{2} A \xrightarrow[L=0.12H]{U=\frac{1}{2}LI^2} U = \frac{1}{2} \times 0.12 \times \left(\frac{3}{2}\right)^2$$

$$\Rightarrow U = 0.6 \times \frac{9}{4} = 0.135 J = 135 mJ$$

۹- گزینه ۲ در این سیملوله چون حلقه ها بدون فاصله کنار هم قرار دارند می توان به روابط زیر رسید:

$$\begin{array}{ccc} \ell & N & \cdot d \\ \swarrow & \downarrow & \searrow \\ \text{طول سیملوله} & \text{تعداد حلقه} & \text{قطر سیم} \end{array}$$

$$n = \frac{N}{\ell} = \frac{N}{N \cdot d} = \frac{1}{d}$$

$$B = \mu_0 n I = \frac{\mu_0 I}{d} = 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{20}{4 \times 10^{-3}} = 2\pi \times 10^{-3} T$$

۱۰- گزینه ۳ با توجه به رابطه جریان متوسط القایی در یک پیچه داریم:

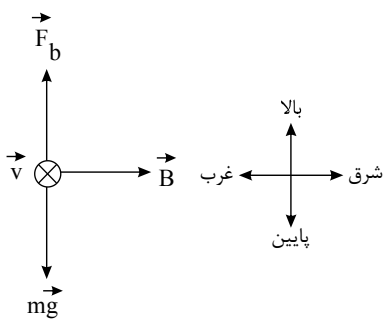
$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} = \left| -\frac{N}{R} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \right|$$

گر  $\varphi = AB \cos \theta$  را در این رابطه قرار دهیم با توجه به این که  $\theta_1 = 60^\circ$  و  $\theta_2 = 180^\circ + 60^\circ$  است. داریم:



$$\begin{aligned} \frac{B=10^4 G=1T}{\rightarrow \vec{I}} &= \left| \frac{-1}{5} \times \frac{20 \times 10^{-4} \times 1}{10 \times 10^{-3}} \times \left( \frac{1}{2} \cos \theta_2 - \frac{1}{2} \cos \theta_1 \right) \right| \\ &= \left| -4 \times 10^{-2} \left( -\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right) \right| = 4 \times 10^{-2} A \end{aligned}$$

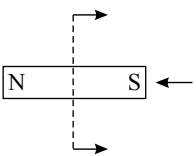
۱۱- گزینه ۱ برای اینکه ذره تعادل خود را در راستای قائم حفظ کند، باید نیرویی هم‌اندازه با نیروی وزن و در خلاف جهت آن به ذره وارد شود. از آنجا که نیروی وزن به صورت قائم و روبه پایین است، نیروی مغناطیسی باید به صورت قائم و رو به بالا باشد. با توجه به منفی بودن بار ذره و قاعده دست راست و در نظر گرفتن این نکته که کوچک‌ترین میدان مغناطیسی مورد نظر سؤال است، داریم:



لذا میدان باید از سمت چپ به راست، یعنی از غرب به شرق باشد.  
با مساوی قرار دادن اندازه نیروی مغناطیسی و وزن ذره خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} F_b = mg &\Rightarrow |q|vB \sin \theta = mg \Rightarrow 10 \times 10^{-6} \times 10^3 \times B \times 1 = 10^{-6} \times 10 \\ &\Rightarrow B = 10^{-3} T = 10 G \end{aligned}$$

۱۲- گزینه ۳ سر  $M$ ، قطب  $N$  آهنربا را نشان می‌دهد و در جابه‌جایی بر روی مسیر دایره‌ای شکل از  $A$  تا  $B$ ، عقربه ۳۶۰ درجه می‌چرخد.



۱۳- گزینه ۴ ابتدا بزرگی میدان الکتریکی بین صفحات خازن را به دست می‌آوریم:

$$V = Ed \xrightarrow{V=\varepsilon=12V} E = \frac{V}{d} = \frac{12}{6 \times 10^{-2}} = 200 \frac{N}{C}$$

$d = 0.2 \text{ cm} = 0.2 \times 10^{-2} \text{ m}$

چون  $q < 0$  است، نیروی میدان الکتریکی وارد بر بار به سمت بالا است. با مشخص کردن نیروهای وارد بر بار  $q$ ، جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار را تعیین می‌کنیم.



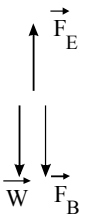
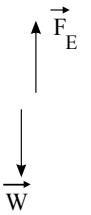
$$F_E = E|q| \xrightarrow{E=6000 \frac{N}{C}} F_E = 2.4 \times 10^{-2} N$$

$$W = mg \xrightarrow{\substack{|q|=4 \times 10^{-6} C \\ m=2g=2 \times 10^{-3} kg \\ g=10 \frac{N}{kg}}} W = 2 \times 10^{-3} \times 10 \Rightarrow W = 2 \times 10^{-2} N$$

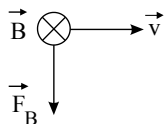
چون می‌خواهیم بردار سرعت بار ثابت باشد، بنابراین باید برآیند نیروهای وارد بر آن برابر با صفر شود. پس جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار باید به سمت پایین باشد. بنابراین داریم:

$$F_E = F_B + W \Rightarrow 2.4 \times 10^{-2} = F_B + 2 \times 10^{-2} \Rightarrow F_B = 4 \times 10^{-3} N$$

$$F_B = |q|vB \sin \theta, v = 10 \frac{km}{s} = 10^4 \frac{m}{s} \xrightarrow{\theta=90^\circ, |q|=4 \times 10^{-6} C} 4 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-6} \times 10^4 \times B \Rightarrow B = 0.1 T$$

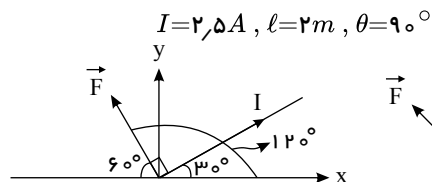


با استفاده از قاعده دست راست برای بار منفی و مشخص بودن جهت سرعت و نیروی مغناطیسی وارد بر بار، جهت میدان مغناطیسی را به دست می‌آوریم:



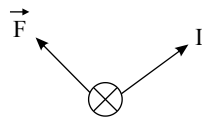
۱۴- گزینه ۲ با توجه به رابطه نیروی مغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان در یک میدان مغناطیسی یکنواخت داریم:

$$F = BIl \sin \theta \xrightarrow{B=300 G=3 \times 10^{-2} T} F = 300 \times 10^{-4} \times 2.5 \times 2 \times 1 = 0.15 N$$



اکنون با استفاده از قاعده دست راست،

جهت نیروی مغناطیسی وارد بر سیم را مشخص می‌کنیم:



۱۵- گزینه ۴ فرض کنید میدان برایند در نقطه N برونسو باشد. در این صورت با توجه به این که میدان حاصل از سیم (۱)

در نقطه N درونسو است، بنابراین میدان حاصل از سیم (۲) در این نقطه بایستی برونسو باشد، پس جهت جریان

عبوری از سیم (۲) به سمت بالا و لذا در نقطه M میدان حاصل از هر یک از دو سیم درونسو و بنابراین میدان برایند در

این نقطه نیز درونسو می‌شود که با فرض سؤال در تناقض است.

بنابراین میدان برایند در نقطه N درونسو است. اگر جهت جریان سیم (۲) را به سمت پایین بگیریم، میدان حاصل از

سیم (۲) در نقطه N درونسو و در نقطه M برونسو است. با توجه به این که نقاط M و N در فاصله یکسان از سیم (۲)

قرار دارند. پس بزرگی میدان حاصل از این سیم در این دو نقطه با هم برابر است.

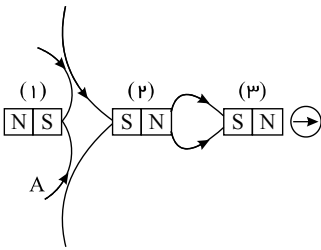


نقطه N:  $B_1 + B_2 = B_N$   $\xrightarrow{B_M=B_N}$   $B_1 + B_2 = B'_1 - B_2 \Rightarrow B'_1 - B_1 = 2B_2 > 0$   
 نقطه M:  $B'_1 - B_2 = B_M$   
 $\Rightarrow B'_1 > B_1 \Rightarrow$  به تناقض می‌رسیم

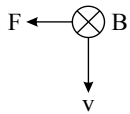
پس جریان عبوری از سیم (۲) به سمت بالاست و لذا نیرویی که دو سیم به یکدیگر وارد می‌کنند از نوع جاذبه است.  
 ۱۶- گزینه ۴ با توجه به رابطه میدان مغناطیسی درون سیملوله داریم:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{\ell} = \frac{12 \times 10^{-7} \times 50 \times 1.5}{1} = 9 \times 10^{-5} T = 0.9 G$$

۱۷- گزینه ۱



۱۸- گزینه ۲



از قاعده دست راست برای بار منفی استفاده می‌کنیم.

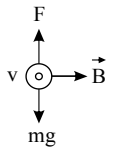
۱۹- گزینه ۳ مؤلفه‌های هم‌راستای  $\vec{B}$  و  $\vec{V}$  باعث ایجاد نیروی مغناطیسی نمی‌شوند.

$$F = |q| V_x B_y = 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^6 \times 6 \times 10^{-3} = 3.6 \times 10^{-2} N$$

۲۰- گزینه ۴ شرط اینکه ذره بدون انحراف عبور کند، این است که نیروهای وزن و مغناطیسی متوازن شوند.

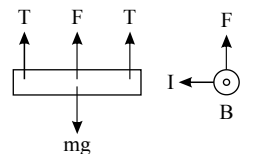
$$F = mg \Rightarrow |q| VB = mg \Rightarrow 1 \times 10^{-6} \times 10^5 \times B = 1 \times 10^{-3} \times 10$$

$$\Rightarrow B = 10^{-1} T = 10^3 G$$



۲۱- گزینه ۳ برای حفظ تعادل میله، اختلاف عدد کشش نخ‌ها باید توسط نیروی مغناطیسی  $F$  جبران شود.

$$F = IlB \sin \theta \Rightarrow 0.6 - 0.4 = I \times 0.2 \times 0.2 \times 1 \Rightarrow I = 5 A$$



۲۲- گزینه ۳ با توجه به رابطه میدان مغناطیسی در مرکز سیملوله، در صورتی برآیند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطه M برابر صفر می‌شود که اندازه میدان حاصل از دو سیملوله در این نقطه با یکدیگر برابر باشد.



$$B_Q = \mu_0 \frac{N_Q}{\ell_Q} I_Q$$

$$B_P = \mu_0 \frac{N_P}{\ell_P} I_P \xrightarrow[N_P = 1,4 N_Q]{\ell_Q = 1,2 \ell_P, B_Q = B_P} \frac{N_Q}{1,2 \ell_P} I_Q = \frac{1,4 N_Q}{\ell_P} I_P \Rightarrow \frac{I_Q}{I_P} = \frac{42}{25}$$

۲۳- گزینه ۱ طبق رابطه  $B = \frac{\mu_0 N I}{\ell}$  بزرگی میدان مغناطیسی درون سیملوله با جریان الکتریکی عبوری از آن نسبت مستقیم دارد:

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{I_2}{I_1} \xrightarrow[B_1 = B]{B_2 = B + \frac{1}{4}B} \frac{B + \frac{1}{4}B}{B} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{5}{4}$$

طبق رابطه  $I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r}$  داریم:  $r$  صفر بوده و با توجه به متوالی بودن رئوستا و سیملوله داریم:

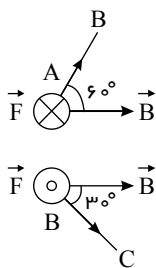
$$(R_{eq} = R_1 + R_2)$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{\varepsilon}{R_1 + R'_2}}{\frac{\varepsilon}{R_1 + R_2}} \xrightarrow[\frac{I_2}{I_1} = \frac{5}{4}, R_1 = R, R_2 = 2R]{\frac{5}{4} = \frac{3R}{R + R'_2}} \Rightarrow 5R + 5R'_2 = 12R \Rightarrow R'_2 = 1,4R$$

$$\text{درصد تغییرات مقاومت رئوستا} = \frac{R'_2 - R_2}{R_2} \times 100 = \frac{1,4R - 2R}{2R} \times 100 = -30\%$$

بنابراین مقاومت رئوستا را باید ۳۰ درصد کاهش دهیم.

۲۴- گزینه ۲



$$F_{AB} = I \ell B \sin 60^\circ = 10 \times 0,1 \times 500 \times 10^{-4} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2,5\sqrt{3} \times 10^{-2} N$$

$$F_{BC} = I \ell B \sin 30^\circ = 10 \times 0,2 \times 500 \times 10^{-4} \times \frac{1}{2} = 5 \times 10^{-2} N$$

$$F_T = F_{BC} - F_{AB} = 5 \times 10^{-2} - 2,5\sqrt{3} \times 10^{-2} = \frac{5}{100} - \frac{2,5\sqrt{3}}{100}$$



$$= \frac{5 - 2.5\sqrt{3}}{100} = \frac{2 - \sqrt{3}}{40} N$$

۲۵- گزینه ۲

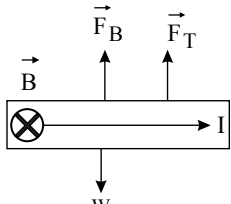
$$\frac{B_B}{B_A} = \frac{\frac{\mu_0 N_B I_B}{\ell_B}}{\frac{\mu_0 N_A I_A}{\ell_A}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{\ell_A}{\ell_B} \times \frac{N_B}{N_A} \Rightarrow \frac{N_B}{N_A} = \frac{1}{6}$$

$$N = \frac{L}{2\pi r} \Rightarrow \frac{N_B}{N_A} = \frac{L_B}{L_A} \times \frac{r_A}{r_B} \xrightarrow{r_A = \frac{3}{2}r_B} \frac{1}{6} = \frac{L_B}{L_A} \times \frac{3}{2} \Rightarrow \frac{L_B}{L_A} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{L_B}{L_A} \times \frac{A_A}{A_B} \xrightarrow{\rho_B = \rho_A, A_B = A_A} \frac{R_B}{18} = \frac{1}{9} \Rightarrow R_B = 2$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq} + r} \Rightarrow 2 = \frac{\varepsilon}{18 + 2 + 2} \Rightarrow \varepsilon = 44V$$

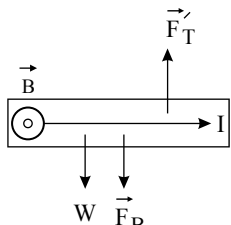
۲۶- گزینه ۱

حالت اول: 

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R_{eq}} = \frac{40}{1 + 3} = 10A$$

$$F_B = I\ell B = 10 \times 0.2 \times 0.02 = 0.04N$$

$$\Rightarrow \begin{aligned} F_T &= W - F_B \\ F'_T &= W - F_B \end{aligned}$$

حالت دوم: 

$$\Rightarrow F'_T - F_T = 2F_B = 2 \times 0.04 = 8 \times 10^{-2} N$$

۲۷- گزینه ۱

$$I = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{12}{1 + 4} = \frac{12}{5} A$$

۱ نصف کردن طول القاگر، مقاومت سیم‌های آن هم نصف می‌شود.

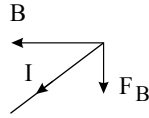
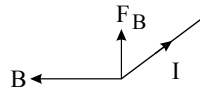
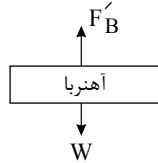
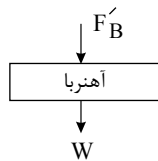
$$I' = \frac{\varepsilon}{r + R} = \frac{12}{1 + 2} = 4A$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow \frac{U'}{U} = \frac{L'}{L} \times \left(\frac{I'}{I}\right)^2 = \frac{1}{2} \times \left(\frac{4}{12/5}\right)^2 = \frac{25}{18}$$



$$\rightarrow \sin\left(\frac{2\pi}{120}t\right) = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2\pi}{120}t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = 10ms$$

۲۹- گزینه ۳

وزن آهنربا = عدد ترازو : کلید  $k$  بازکلید  $K$  بسته و جریان از  $B$  به  $A$  :  $F'_B$  - وزن آهنربا = عدد ترازوکلید  $K$  بسته و جریان از  $A$  به  $B$  :  $F'_B$  - وزن آهنربا = عدد ترازو

۳۰- گزینه ۱

$$\text{حالت اول: } \Phi = BA \cos \theta = 0.2 \times (3 \times 10^{-2}) \cos \theta = 24 \times 10^{-4} \cos \theta \quad (I)$$

$$\text{حالت دوم: } \Phi' = B'A' \cos \theta' \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{15} \Phi = \left(\frac{10}{100} \times 0.2\right) \times (3 \times 10^{-2}) \cos 2\theta$$

$$\xrightarrow{(I)} \frac{\sqrt{3}}{15} \times 24 \times 10^{-4} \cos \theta = 48 \times 10^{-5} \cos 2\theta \Rightarrow \frac{\cos 2\theta}{\cos \theta} = \frac{\sqrt{3}}{3} \xrightarrow{\text{حدس می‌زنیم!}} \theta = 30^\circ$$

$$\Phi' = 48 \times 10^{-5} \times \cos 60^\circ = 24 \times 10^{-5} Wb = 0.24 mWb$$



## پاسخنامه کلیدی

|       |        |        |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ۱ - ۴ | ۶ - ۴  | ۱۱ - ۱ | ۱۶ - ۴ | ۲۱ - ۳ | ۲۶ - ۱ |
| ۲ - ۱ | ۷ - ۴  | ۱۲ - ۳ | ۱۷ - ۱ | ۲۲ - ۳ | ۲۷ - ۱ |
| ۳ - ۴ | ۸ - ۴  | ۱۳ - ۴ | ۱۸ - ۲ | ۲۳ - ۱ | ۲۸ - ۲ |
| ۴ - ۴ | ۹ - ۲  | ۱۴ - ۲ | ۱۹ - ۳ | ۲۴ - ۲ | ۲۹ - ۳ |
| ۵ - ۳ | ۱۰ - ۳ | ۱۵ - ۴ | ۲۰ - ۴ | ۲۵ - ۲ | ۳۰ - ۱ |