

## الکترومغناطیس

## مغناطیس و القا

## المپیاد فیزیک ایران - دوره ۱ تا ۲۰

-۱

IRYSC.COM الکترونی با سرعت  $V$  وارد میدان الکتریکی یکنواخت  $E$  و میدان مغناطیسی یکنواخت  $B$  که بر هم عمودند می‌شود. سرعت حرکت الکترون می‌تواند ثابت بماند در صورتی که  $V$ :

الف) بر  $E$  عمود و با  $B$  موازی و مقدار آن  $\frac{B}{E}$  باشد.      ب) عمود بر  $B$  و مقدارش  $\frac{E}{B}$  باشد.

ج) موازی با  $E$  و مقدارش  $\frac{B}{E}$  باشد.      د) عمود بر  $E$  و  $B$  و مقدارش برابر  $\frac{E}{B}$  باشد.

-۲

IRYSC.COM یک ناظر نسبت به یک الکترون در حرکت است. اسباب‌های اندازه‌گیری او:

الف) فقط یک میدان الکتریکی نشان می‌دهند.

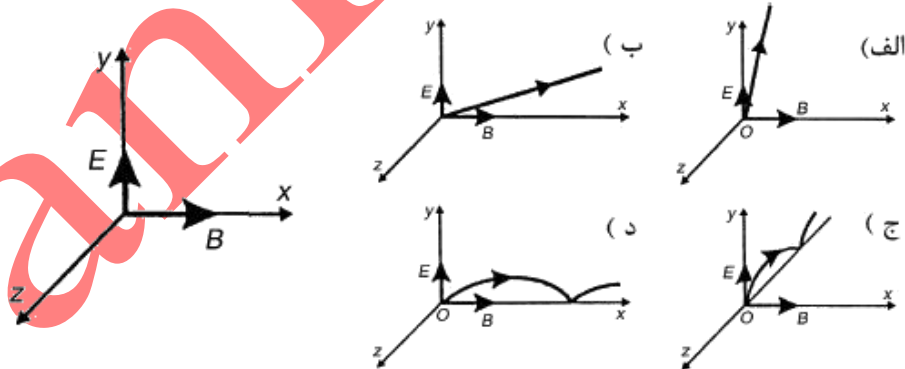
ب) فقط یک میدان مغناطیسی نشان می‌دهند.

ج) هم میدان الکتریکی و هم میدان مغناطیسی نشان می‌دهند.

د) اینکه میدان الکتریکی نشان دهند یا میدان مغناطیسی بستگی به سرعت ناظر دارد.

-۳

IRYSC.COM ذره‌ای با بار الکتریکی مثبت را مطابق شکل در نقطه  $O$  قرار می‌دهیم. این ذره، تنها تحت تأثیر میدان الکتریکی یکنواخت  $E$  در راستای  $y$  و میدان مغناطیسی یکنواخت  $B$  در راستای  $z$  قرار دارد. کدام یک از شکل‌های زیر می‌تواند نشان دهنده مسیر ذره باشد؟



-۴

IRYSC.COM سیمی را به شکل یک قاب مربعی شکل به ضلع ۴ سانتیمتر در آورده و روی یک میز افقی قرار داده‌ایم. یک میدان مغناطیسی که با خط عمود بر صفحه قاب زاویه  $30^\circ$  درجه می‌سازد در مدت  $200$  میکروثانیه از صفر تا نیم تسلا تغییر می‌کند. متوسط نیروی محرکه القایی ایجاد شده در سیم چند ولت است؟

الف)  $4/72 \times 10^{-5}$       ب)  $6/93 \times 10^{-4}$       ج) ۲      د)  $3/27$

-۵

یک باریکه‌ی الکترون از محیطی می‌گذرد که شامل یک میدان الکتریکی و یک میدان مغناطیسی است. مشاهدت می‌شود اندازه و جهت سرعت الکترون‌ها طی عبور از این محیط ثابت است. کدام یک از این گزینه‌ها

درست است؟ (۱.۴-)

(الف) میدان الکتریکی حتماً بر باریکه عمود است. میدان مغناطیسی ممکن است بر باریکه عمود باشد یا نباشد.

(ب) میدان الکتریکی و مغناطیسی هر دو حتماً بر باریکه عمود اند.

(ج) میدان مغناطیسی حتماً با باریکه موازی است. میدان الکتریکی

ممکن است با باریکه موازی باشد یا نباشد.

(د) میدان الکتریکی و مغناطیسی حتماً با باریکه موازی اند.

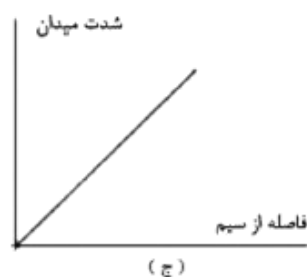
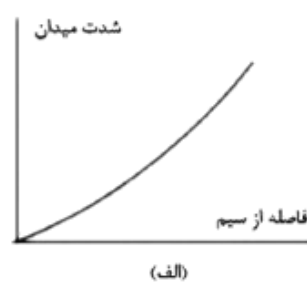
(هـ) میدان الکتریکی و مغناطیسی حتماً با هم موازی اند؛ اما با باریکه موازی نیستند.

-۶

شدت میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم راست حامل جریان مطابق کدام یک از نمودارهای زیر

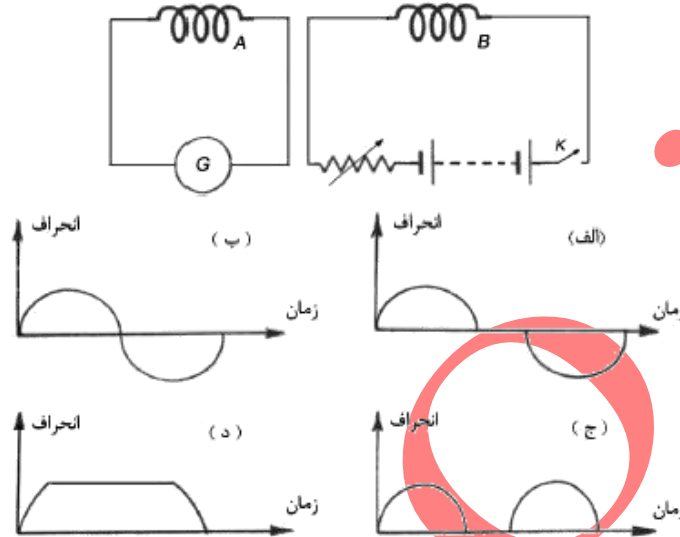
IRYSC.COM

تغییر می‌کند؟



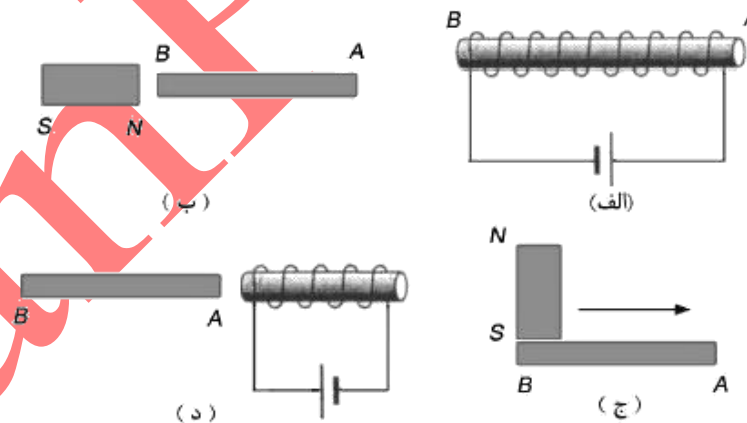
-۷

IRYSC.COM در شکل زیر سیم بیج A به یک گالوانومتر و سیم بیج B که مقابل آن است به یک رنوستا و یک پیل و یک کلید قطع و وصل متصل است. وقتی کلید را برای چند لحظه بسته و سپس باز می‌کنیم کدام یک از نمودارها بهتر از همه انحراف عقربه گالوانومتر را نشان می‌دهد؟



-۸

IRYSC.COM می‌خواهیم میله فرو مغناطیس AB را طوری مغناطیس کنیم که سر A قطب S باشد. در کدام یک از شکل‌های زیر روش عمل درست نشان داده شده است؟



-۹

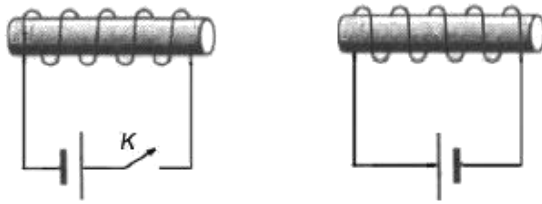
IRYSC.COM از یک سیم راست بسیار طولیل جریانی از چپ به راست عبور می‌کنند. این سیم مطابق شکل زیر بر محور یک حلقه جریانی که در صفحه قائم قرار دارد، منطبق است. در این حالت:



- (الف) حلقه به طرف راست حرکت می‌کند.
- (ب) حلقه به طرف چپ حرکت می‌کند.
- (ج) حلقه سر جای خود می‌چرخد.
- (د) حلقه ساکن می‌ماند.

-۱۰-

IRYSC.COM در شکل زیر هسته‌های داخلی سیم‌پیچ‌ها آهن نرم هستند. اگر کلید  $K$  را ببندیم نیروی وارد بر هسته‌ها نسبت به وقتی که کلید باز است:



(الف) تغییری نمی‌کند.

(ب) کاهش می‌یابد.

(ج) افزایش می‌یابد.

(د) در لحظه اتصال افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

-۱۱-

IRYSC.COM در شکل نشان داده شده یک باریکه الکترون عمود بر صفحه کاغذ و به طرف داخلی آن از میدان مغناطیسی عبور می‌کند. نیروی وارد به آن به کدام جهت است؟



(د) بالا

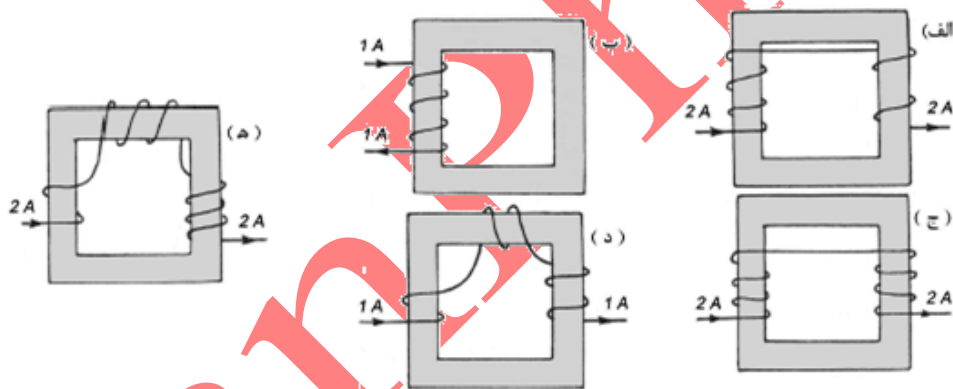
(ج) راست

(ب) پایین

(الف) چپ

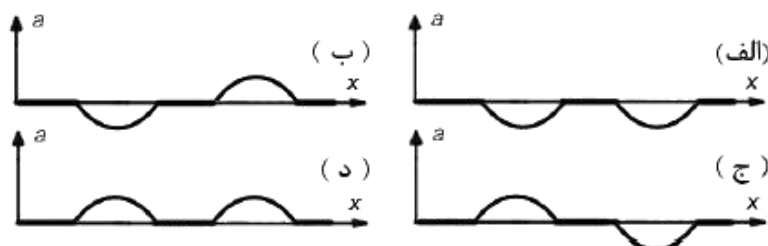
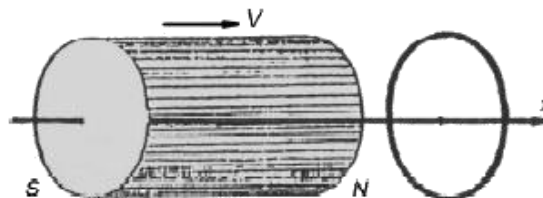
-۱۲-

IRYSC.COM در کدام یک از مدارهای زیر شار مغناطیسی که از هسته آهنی می‌گذرد، بیشتر است؟



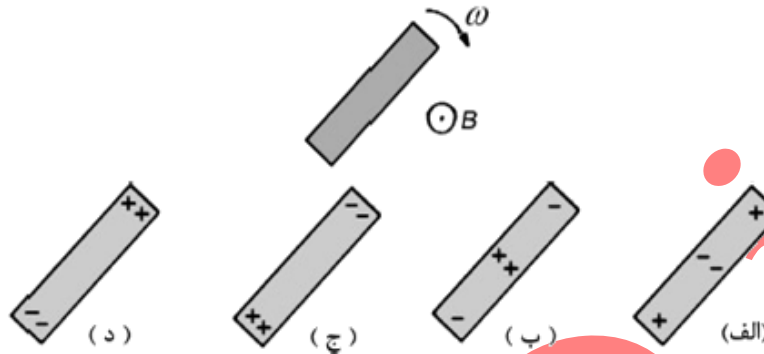
-۱۳-

IRYSC.COM یک آهنربای سبک استوانه‌ای مطابق شکل با سرعت افقی  $V$  به سمت یک حلقه که قطر آن محدود قطر آهن ریاست، پرتاب شده و از داخل آن عبور می‌کند. نمودار تقریبی تغییرات شتاب آهن‌ریز در طول مسیر آن کدام است؟



-۱۴

IRYSC.COM یک میله رسانا مطابق شکل عمود بر میدان مغناطیسی یکنواخت  $B$  به طرف خارج صفحه شکل قرار گرفته است. این میله دور محوری که با  $B$  موازی است و از وسط آن می گذرد، در جهت مشخص شده می چرخد. بارهای القایی میله کدام است؟



-۱۵

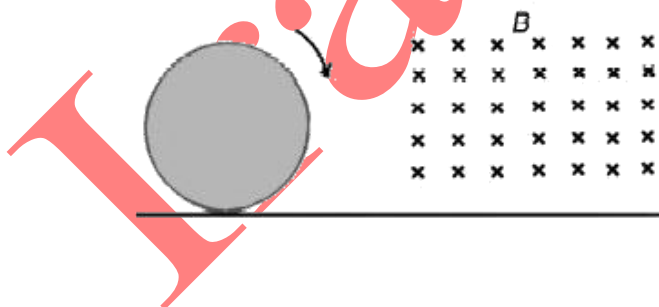
IRYSC.COM روی یک حلقه نارسا بار الکتریکی منفی به طور یکنواخت توزیع شده است. حلقه را مطابق شکل دور یکی از قطب‌های آن بسیار سریع به دوران در می آوریم. در این صورت در مرکز حلقه:



- (الف) میدان مغناطیسی عمود بر سطح حلقه بوجود می آید.  
 (ب) میدان مغناطیسی بوجود نمی آید.  
 (ج) میدان مغناطیسی در امتداد محور دوران و رو به پایین به وجود می آید.  
 (د) میدان مغناطیسی در امتداد محور دوران و رو به بالا به وجود می آید.

-۱۶

IRYSC.COM یک قرص مسی روی سطح افقی مطابق شکل از چپ به راست می‌چرخد. در ضمن این حرکت از میان دهانه یک آهنریا که میدان مغناطیسی آن به سمت داخل صفحه شکل است رد می‌شود. به هنگام عبور از میان دهانه آهنریا:



- (الف) سرعت آن کم می‌شود.  
 (ب) سرعت آن افزایش می‌یابد.  
 (ج) سرعت آن ثابت می‌ماند.  
 (د) سرعت آن ابتدا کم و سپس زیاد می‌شود.  
 (ه) سرعت آن ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود.

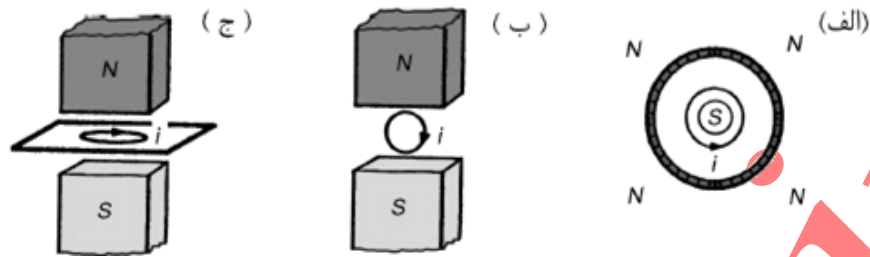
-۱۷

IRYSC.COM در مسأله قبل، جهت جریان القایی بر روی سطح قرص:

- (الف) همواره در جهت چرخش عقربه‌های ساعت است.  
 (ب) همواره در خلاف جهت چرخش عقربه‌های ساعت است.  
 (ج) هنگام ورود به میدان در جهت چرخش عقربه‌های ساعت و هنگام خروج در خلاف جهت چرخش عقربه‌های ساعت است.  
 (د) هنگام ورود به میدان در خلاف جهت چرخش عقربه‌های ساعت و هنگام خروج در جهت چرخش عقربه‌های ساعت است.

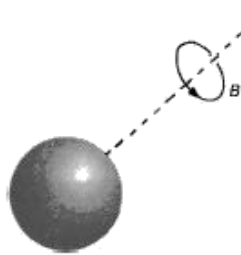
-۱۸

از یک حلقه دایره‌ای شکل که در میدان مغناطیسی حاصل از یک آهن‌ریز قرار گرفته جریان  $I$  می‌گذرد. دیده می‌شود حلقه در راستای عمود بر صفحه خود به حرکت در می‌آید. کدام یک از شکل‌های زیر موقعیت حلقه جریان و قطب‌های آهن‌ریز را درست نشان می‌دهد؟



-۱۹

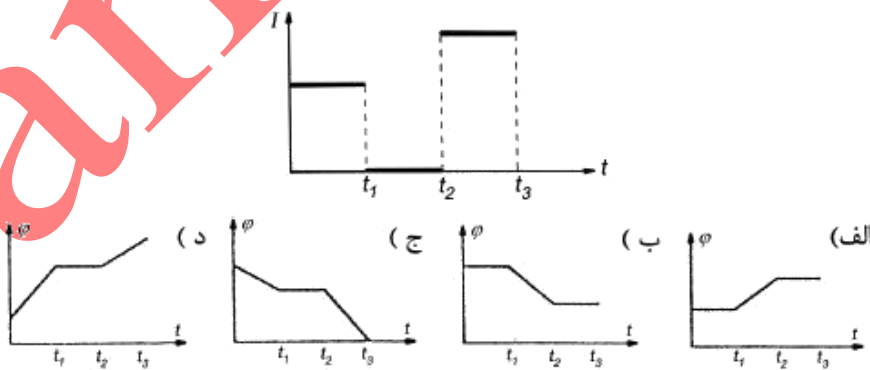
کره و سائای بازدارای به تدریج تخلیه می‌شود. این تخلیه چنان است که آهنک خروج بار در همه نقاط سطح کره ثابت است و بارهای خارج شده با سرعت یکسان در راستای شعاع از کره دور می‌شوند. کدام یک از عبارات‌های زیر درباره میدان مغناطیسی حاصل درست است؟



- الف) میدان مغناطیسی بیرون کره در راستای شعاع و درون کره صفر است.
- ب) میدان مغناطیسی درون کره صفر و بیرون کره مطابق شکل است.
- ج) میدان مغناطیسی همه جا صفر است.
- د) میدان مغناطیسی همه جا در راستای شعاع است.

-۲۰

در اثر تغییرات شار مغناطیسی در یک مدار بسته، جریان القایی تولید می‌شود. نمودار جریان القایی بر حسب زمان مطابق شکل مقابل است. کدام یک از گزینه‌های زیر نمودار شار مغناطیسی بر حسب زمان در این مدار است؟



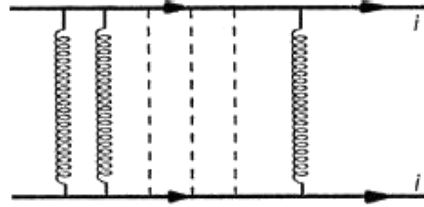
-۲۱

سیم لوله‌بندی به شکل استوانه‌ای به شعاع  $r$  است و جریان  $I$  از آن می‌گذرد. مؤلفه شعاعی نیروی مغناطیسی وارد بر قوس کوچکی از سیم لوله،

- الف) متناسب با  $I$  و به طرف خارج است.
- ب) متناسب با  $I$  و به طرف داخل است.
- ج) متناسب با  $I^2$  و به طرف خارج است.
- د) متناسب با  $I^2$  و به طرف داخل است.
- ه) صفر است.

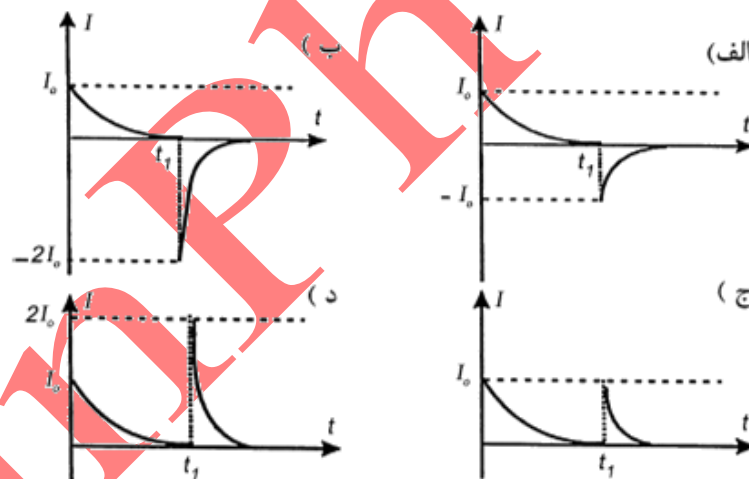
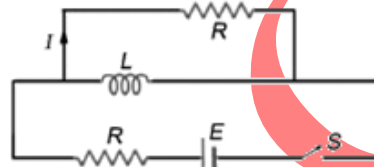
-۲۲

IRYSC.COM  
 بین دو کابل راست موازی و بلند، مطابق شکل، تعدادی فنر با ثابت  $k = 5 \times 10^{-4} \frac{N}{m}$  گذاشته ایم. هنگامی که از هر کابل جریان  $5 \text{ A}$  می‌گذرد، طول فنرها  $5 \text{ cm}$  است. اگر شدت جریان کابل‌ها  $2 \text{ A}$  بیشتر شود، طول فنرها  $4/9 \text{ cm}$  می‌شود. در هر کیلومتر از طول این کابل‌ها چند فنر گذاشته ایم؟  $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Tm}{A})$



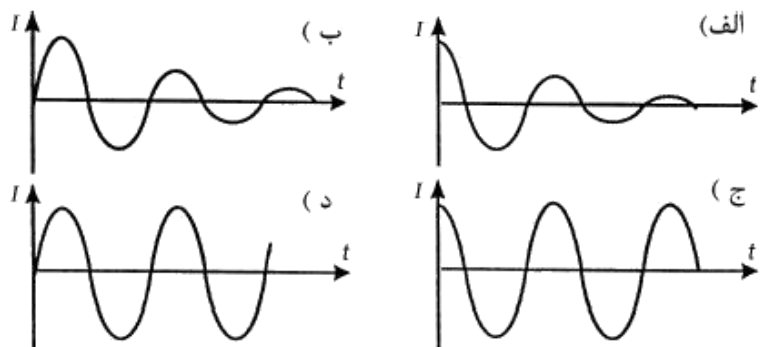
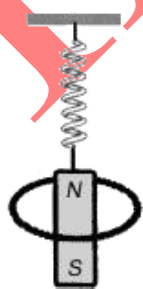
-۲۳

IRYSC.COM  
 مطابق شکل، کلید  $S$  را در لحظه  $t = 0$  می‌بندیم و پس از مدت زمان طولانی در لحظه  $t_1$  باز می‌کنیم. کدام نمودار، تغییرات شدت جریان  $I$  بر حسب زمان را نشان می‌دهد؟ مقاومت سیم‌لوله را ناچیز فرض کنید.



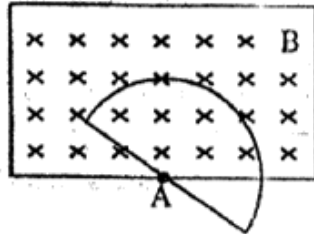
-۲۴

IRYSC.COM  
 مطابق شکل، آهن‌ربایی به یک فنر آویزان است. در محصل تعادل آن حلقه‌ای رسانا قرار داده شده است. آهن‌ربا را کمی به طرف پایین می‌کشیم و سپس در لحظه  $t = 0$  رها می‌کنیم تا نوسان کند. دامنه نوسان از نصف طول آهن‌ربا کوچکتر است. نمودار جریان القاء شده در حلقه رسانا کدام است؟

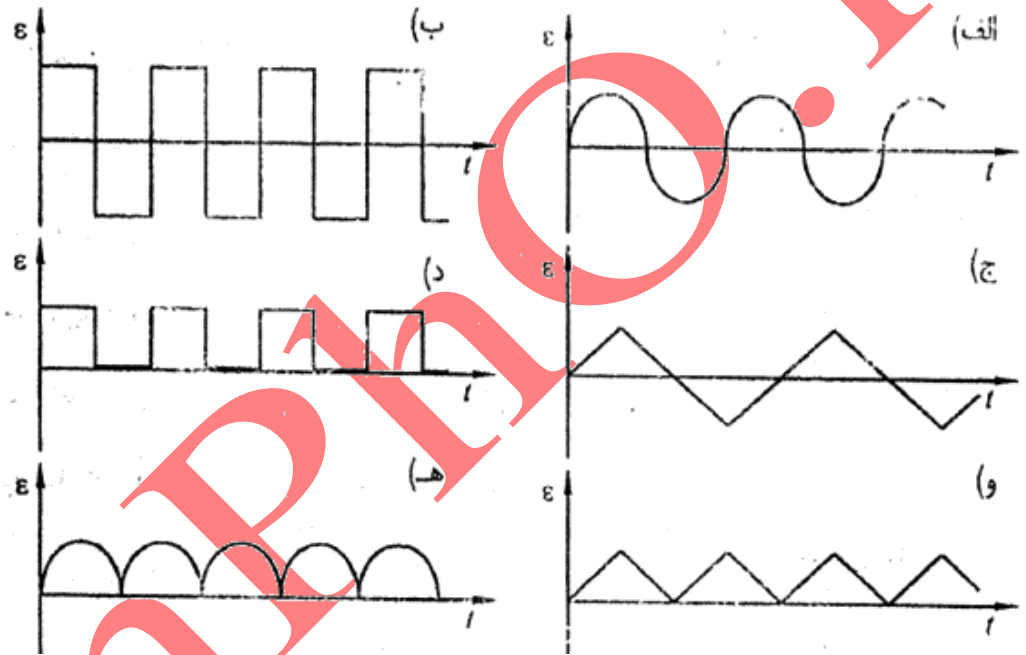




مطابق شکل، یک میدان مغناطیسی یک‌نواخت در محدوده‌ی مستطیل وجود دارد. یک مدار بسته به شکل نیم‌دایره و قطر آن است. مرکز نیم‌دایره، نقطه‌ی A، در مرز ناحیه‌ی مستطیلی است. میدان مغناطیسی بر صفحه‌ی مدار عمود است. این مدار دور محوری موازی با میدان مغناطیسی، به طور یک‌نواخت می‌چرخد. نمودار نیروی محرکه‌ی القایی در مدار بر حسب زمان، کدام است؟



$$\left(-\frac{4}{5}, 4\right)$$



یک سیم‌پیچ با ساعد  $10 \text{ Hz}$  (۱۰ دور بر ثانیه) در یک میدان مغناطیسی می‌چرخد. میدان مغناطیسی، مطابق

شکل، با شدت آن‌را ایجاد شده است. بسامد نیروی محرکه‌ی القایی در سیم‌پیچ چقدر است؟



$$(-1, 4)$$

$$10 \text{ Hz (ج)}$$

$$\frac{10}{3} \text{ Hz (ب)}$$

$$\frac{10}{6} \text{ Hz (الف)}$$

$$60 \text{ Hz (د)}$$

$$30 \text{ Hz (و)}$$



-۲۷

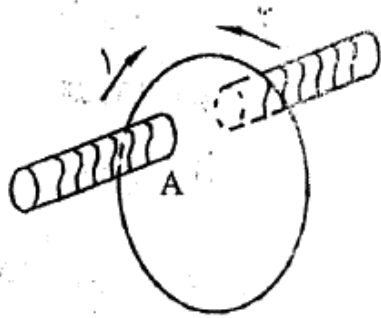
نوعی ترمز اتودیسین. مانند شکل، از یک قرص فیزی تشکیل شده است که همراه چرخ می‌چرخد. قرص میان قطب‌های ناهمنام یک آهنربای الکتریکی می‌چرخد. برای ترمز کردن، از سیم‌پیچ‌های آهنرباهای الکتریکی دو

طرف قرص، جریان مستقیم می‌گذرانند. جهت گردش قرص ممکن

است ۱ یا ۲ باشد. قطب A از آهنربا ممکن است N یا S باشد. چه

ترکیبی از جهت گردش قرص و قطب A می‌تواند چرخ را ترمز کند؟

(-۱،۴)



الف) فقط جهت ۱ و قطب N      ب) فقط جهت ۱ و قطب S

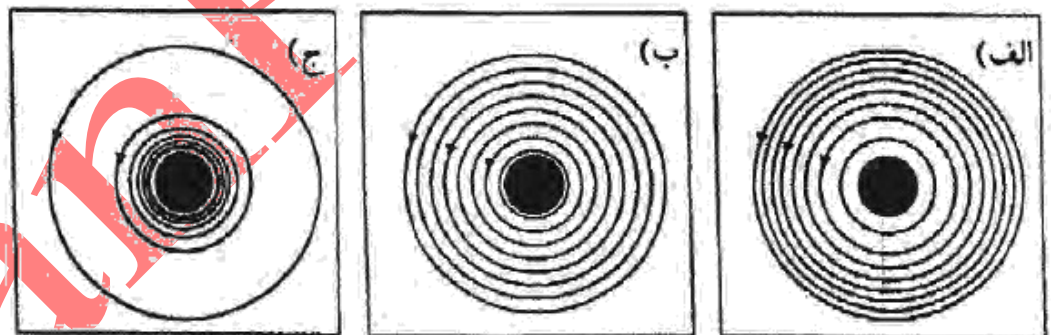
ج) فقط جهت ۲ و قطب N      د) فقط جهت ۲ و قطب S

س) به هر دو جهت چرخ ترمز می‌شود.

-۲۸

از یک سیم راست بلند جریان ثابت  $I$  می‌گذرد. سیم عمود بر صفحه‌ی کاغذ و جریان به طرف بیرون صفحه‌ی کاغذ است. خطوط میدان مغناطیسی  $B$  در کدام شکل درست نشان داده شده است؟

(+۳، -۱)



-۲۹

مطابق شکل، ۴ سیم راست، بلند و موازی از چهار راس یک مربع عبور می‌کنند. سیم‌ها بر صفحه‌ی مربع عموداند. از هر سیم جریان  $I$  در جهت نشان داده شده در شکل می‌گذرد.

نیروی وارد بر سیم بالا و سمت راست در جهت کدام بردار است؟

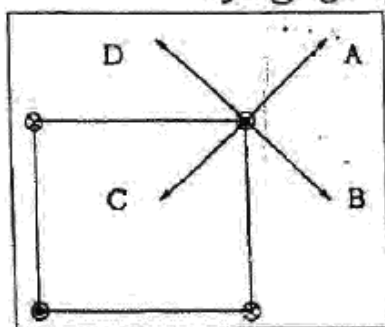
(+۴، -۴)

ب) (ب)

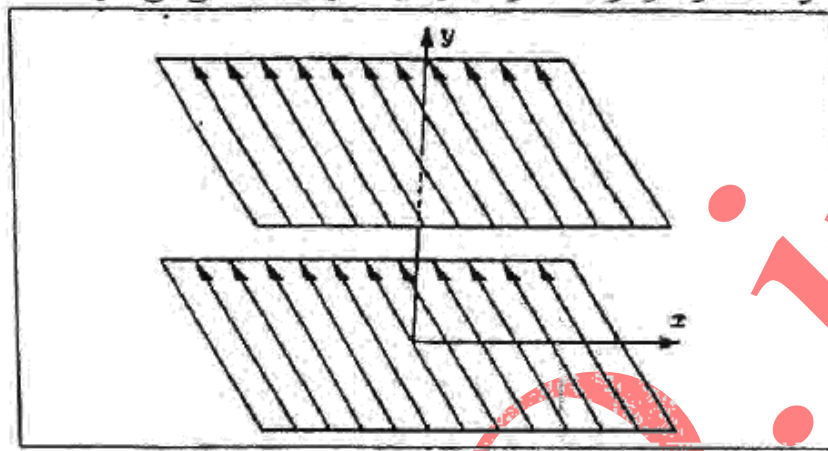
الف) (ا)

د) (د)

ج) (ج)

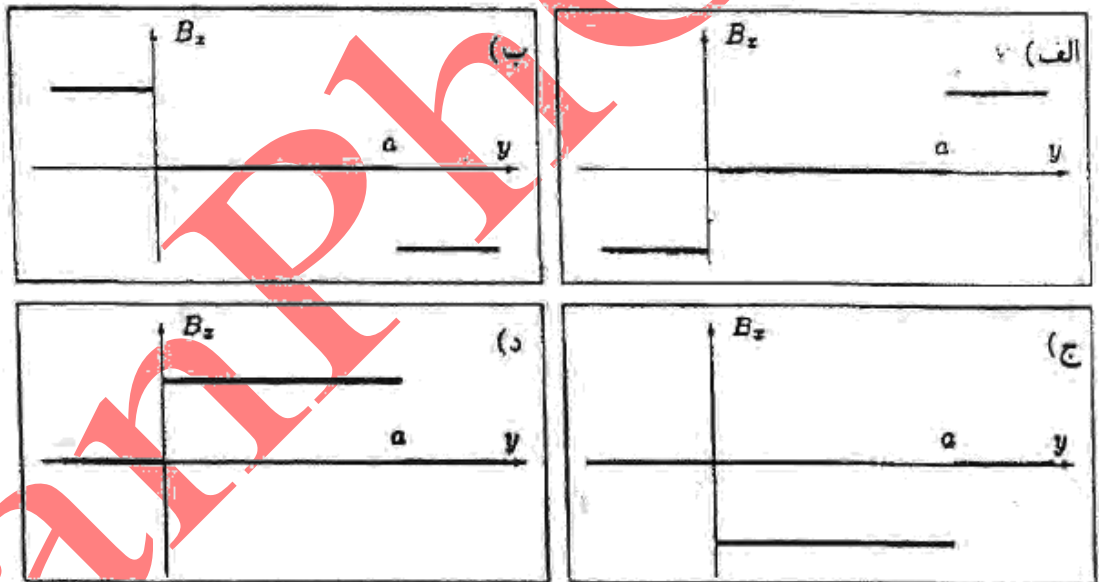


از دو صفحه‌ی بسیار بزرگ رسانا جریان الکتریکی یک‌سان و ثابتی می‌گذرد. چگالی جریان در هر دو صفحه یک‌نواخت است، یعنی هر صفحه را می‌توان به صورت تعداد زیادی سیم راست بلند که در کنار هم قرار گرفته‌اند در نظر گرفت که از همه‌ی آن‌ها جریان یک‌سانی می‌گذرد.



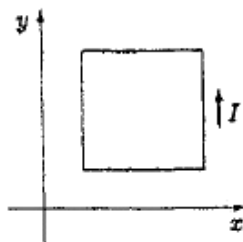
دو صفحه، با یک‌دیگر موازی هستند و فاصله‌شان  $a$  است. مؤلفه‌ی میدان مغناطیسی در راستای  $x$  ( $B_x$ ) بر حسب  $y$  شبیه کدام یک از شکل‌های زیر است؟

$(+\frac{a}{\mu_0}, -\frac{a}{\mu_0})$



مطابق شکل، از یک قاب مربع‌شکل در صفحه‌ی  $xy$  جریان  $I$  می‌گذرد. طول ضلع مربع  $L$  است. قاب در یک میدان مغناطیسی است که فقط مؤلفه‌ی  $z$  آن غیر صفر است. این مؤلفه برابر است با  $B_0(1 + ax)$ ، که  $a$  و  $B_0$  ثابت‌اند. مؤلفه‌ی  $x$  نیروی مغناطیسی وارد بر این قاب را با  $F_x$  و مؤلفه‌ی  $y$  این نیرو را با  $F_y$  نشان می‌دهیم. کدام گزینه درست است؟

$(+0, -1)$

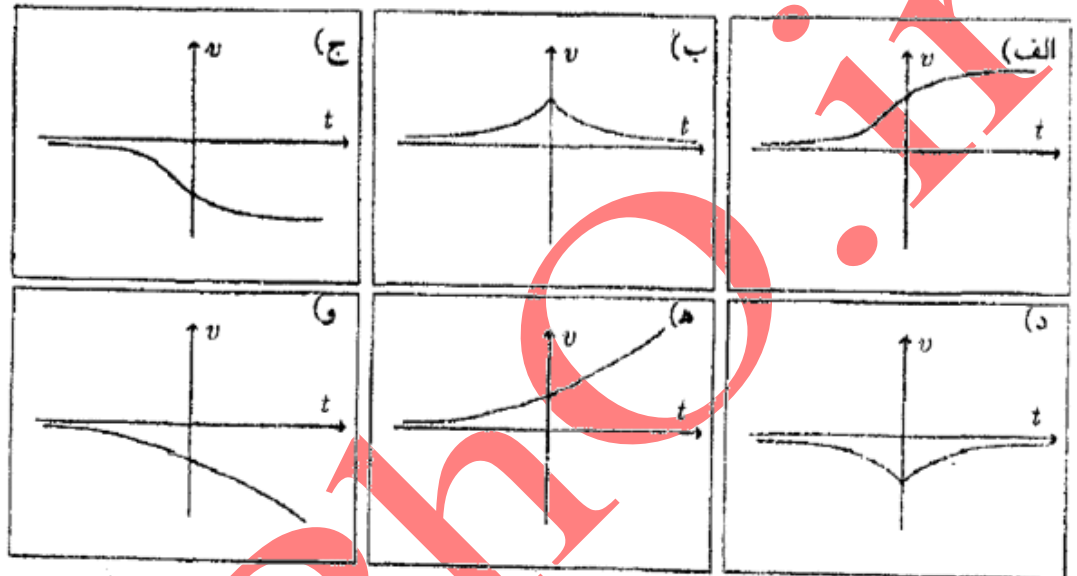
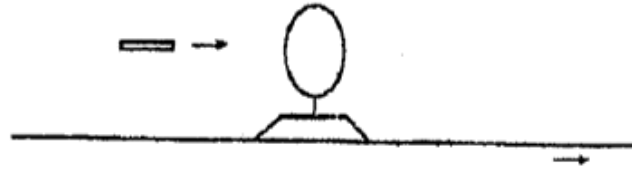


- (الف)  $F_x = F_y = 0$
- (ب)  $F_x = B_0 a L^2 I, F_y = 0$
- (ج)  $F_x = 2 B_0 L I, F_y = 0$
- (د)  $F_x = 0, F_y = 2 B_0 L I$
- (ه)  $F_x = 0, F_y = B_0 a L^2 I$
- (و)  $F_x = F_y = B_0 a L^2 I$

-۳۲

حلقه رسانایی مطابق شکل روی پایه‌ای قرار دارد. این پایه روی ریل بدون اصطکاک قرار دارد. آهن‌ربای کوچکی با سرعت ثابت از سمت چپ به راست حرکت می‌کند و از وسط حلقه عبور می‌کند. نمودار سرعت  $v$  زمان حلقه شبیه کدام یک از نمودارهای زیر است؟ جهت مثبت سرعت حلقه را از چپ به راست بگیرید.

(+۵, -۱)



-۳۳

یک ذره ی باردار در یک میدان مغناطیسی حرکت می‌کند. میدان مغناطیسی تقریباً در راستای محور  $z$  است و  $B_z$  (مؤلفه  $z$  میدان مغناطیسی) به کندی با  $z$  تغییر می‌کند. سرعت ذره در راستای  $z$  کوچک است و مسیر حرکت ذره تقریباً یک دایره در صفحه‌ای عمود بر محور  $z$  است. مرکز و شعاع این دایره به کندی تغییر می‌کند، چنان که شار مغناطیسی گذرنده از دایره ثابت می‌ماند. اندازه‌ی تصویر سرعت این ذره بر صفحه‌ی عمود بر محور  $z$ ، با  $|B_z|^\alpha$  متناسب است، که  $\alpha$  ثابت است.  $\alpha$  چه قدر است؟

(+۲, -۱)

- الف) ۱- (ب)  $\frac{1}{4}$  (ج) صفر (د)  $\frac{1}{2}$  (ه) ۱

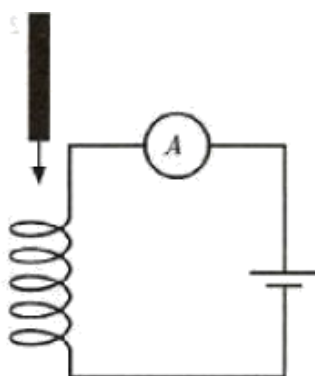
-۳۴

یک ذره ی باردار در یک میدان مغناطیسی حرکت می‌کند. میدان مغناطیسی تقریباً در راستای محور  $z$  است و  $B_z$  (مؤلفه  $z$  میدان مغناطیسی) به کندی با  $z$  تغییر می‌کند. سرعت ذره در راستای  $z$  کوچک است و مسیر حرکت ذره تقریباً یک دایره در صفحه‌ای عمود بر محور  $z$  است. مرکز و شعاع دایره به کندی تغییر می‌کند، چنان که شار مغناطیسی گذرنده از دایره ثابت می‌ماند. اندازه‌ی تصویر سرعت این ذره بر محور  $z$  را با  $|v_z|$  نشان می‌دهیم. وقتی ذره به جاهایی می‌رود که اندازه‌ی  $B_z$  بزرگ می‌شود،

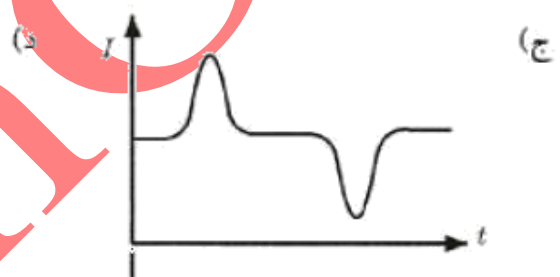
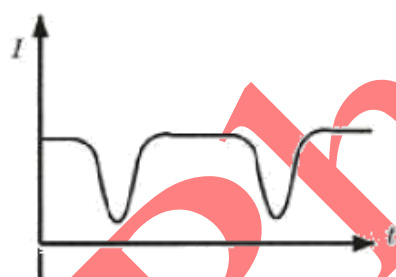
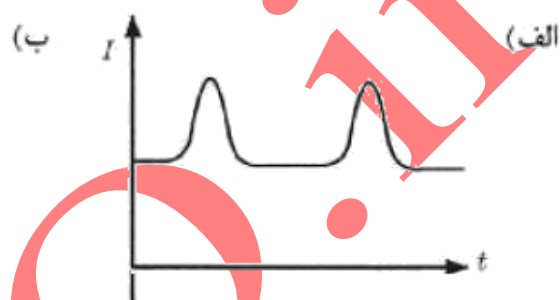
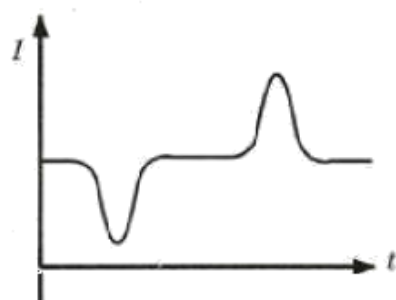
(+۲, -۱)

- الف)  $|v_z|$  کم می‌شود (ب)  $|v_z|$  زیاد می‌شود (ج)  $|v_z|$  زیاد می‌شود (د)  $|v_z|$  کم می‌شود

- الف)  $|v_z|$  تغییر نمی‌کند (ب) مواردی هست که  $|v_z|$  کم می‌شود و مواردی هست که  $|v_z|$  زیاد می‌شود (ج) مواردی هست که  $|v_z|$  کم می‌شود و مواردی هست که  $|v_z|$  زیاد می‌شود (د) مواردی هست که  $|v_z|$  کم می‌شود و مواردی هست که  $|v_z|$  زیاد می‌شود



یک میله آهنی با سرعت ثابت از وسط یک سیمپیچ متصل به باطری عبور می‌کند. آمپر متر جریان  $I$  را نشان می‌دهد. نمودار  $I(t)$  (جریان بر حسب زمان) کدام است؟  
(۱-، ۳+)



پاسخنامه

سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ	سؤال	پاسخ
۱		۲۱		۱۱		۳۱	
۲		۲۲		۱۲		۳۲	
۳		۲۳		۱۳		۳۳	
۴		۲۴		۱۴		۳۴	
۵		۲۵		۱۵		۳۵	
۶		۲۶		۱۶			
۷		۲۷		۱۷			
۸		۲۸		۱۸			
۹		۲۹		۱۹			
۱۰		۳۰		۲۰			