نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: تکلیف جلسهٔ یازدهم(القای الکترومغناطیسی)

ادب

۱ - اگر بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $\vec{B} = ۰/۳\vec{i} + ۰/۴\vec{j}$ باشد، و حلقه ای به مساحت $۲۰۰cm^۲$ که سطح آن موازی محور x و عمود بر محور y است، در این میدان قرار داشته باشد، بزرگی میدان مغناطیسی در آن محیط و شار مغناطیسی عبوری از حلقه در SI از راست به چپ کدام اند؟

① صفر و صفر ② $۶ \times ۱۰^{-۳}, ۰/۵$ ③ $۸ \times ۱۰^{-۳}, ۰/۷$ ④ $۸ \times ۱۰^{-۳}, ۰/۵$

۲ - سیم لوله‌ای به طول $۲۰cm$ دارای ۳۰۰۰۰ حلقه است. حلقه‌ها به دور یک میله‌ی آهنی به شعاع مقطع $۲cm$ به صورت منظم پیچیده شده‌اند. وقتی جریان $۰/۵A$ از سیم لوله می گذرد، شار مغناطیسی گذرنده از آن چند وِبر است؟ ($\pi^۲ = ۱۰$ و $\mu_۰ = ۴\pi \times ۱۰^{-۷}\frac{T \cdot m}{A}$)

① ۸×۱۰^{-۷} ② ۴×۱۰^{-۷} ③ ۱۲×۱۰^{-۵} ④ ۲۴×۱۰^{-۷}

۳ - حلقه‌ای به شعاع $۱۰cm$ در دستگاه مختصات xoy طوری قرار دارد که مرکز آن روی مبدأ مختصات است و بردار نیم‌خط عمود بر سطح آن در جهت محور x می‌باشد. شار مغناطیسی گذرنده از حلقه توسط دو میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}_۱ = -۰/۵\vec{i}$ و $\vec{B}_۲ = \vec{j}$ (در SI) برابر با چند وبر است؟ $(\pi = ۳)$

① صفر ② $۰/۰۱۵$ ③ $-۰/۰۴۵$ ④ $-۰/۰۱۵$

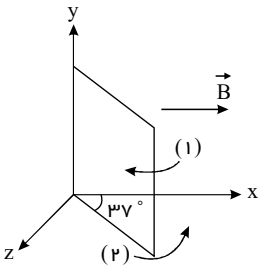
۴ - نیم‌خط عمود بر یک صفحهٔ دایره‌ای به شعاع $۰/۵m$ موازی محور xها قرار دارد و در میدان مغناطیسی $\vec{B} = ۴\vec{i} + ۳\vec{j}(T)$ قرار گرفته است. شار مغناطیسی عبوری از این صفحه تقریباً چند وبر است؟ $(\pi \simeq ۳)$

① $۳/۷۵$ ② $۲/۲۵$ ③ ۳ ④ $۵/۲۵$

۵ - بردار میدان مغناطیسی یکنواختی در SI به صورت $\vec{B} = ۶\vec{i} - ۸\vec{j}$می‌باشد. اگر مساحت حلقه‌ای را که سطح آن عمود بر محور x است؛ از $۴۰۰cm^۲$ به $۳۰۰cm^۲$ تغییر دهیم، بزرگی شار مغناطیسی عبوری از حلقه، چه تغییری می‌کند؟

① $۰/۰۸$ وبر کاهش می‌یابد. ② $۰/۰۶$ وبر افزایش می‌یابد. ③ $۰/۰۸$ وبر افزایش می‌یابد. ④ $۰/۰۶$ وبر کاهش می‌یابد.

۶ - مطابق شکل زیر، قابی مستطیلی در میدان مغناطیسی یکنواختی که در جهت محور x می‌باشد، قرار دارد. قاب چند درجه و در چه جهتی بچرخد تا با افزایش بزرگی میدان به اندازهٔ ۲۰ درصد، شار مغناطیسی عبوری از قاب تغییری نکند؟ $(\cos ۵۳^\circ = ۰/۶)$



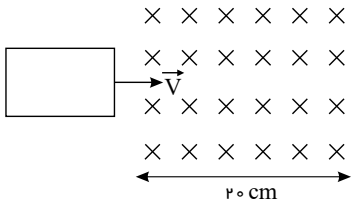
① ۷° در جهت (۱)

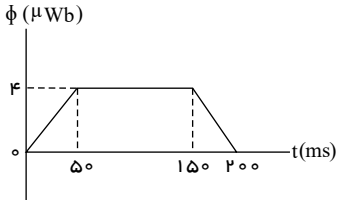
② ۷° در جهت (۲)

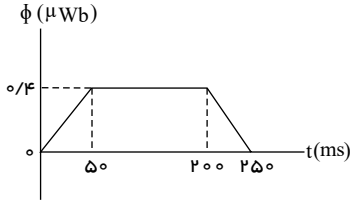
③ ۲۳° در جهت (۱)

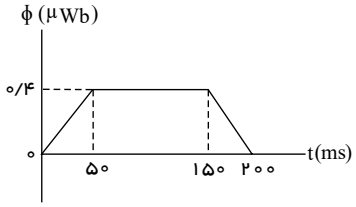
④ ۲۳° در جهت (۲)

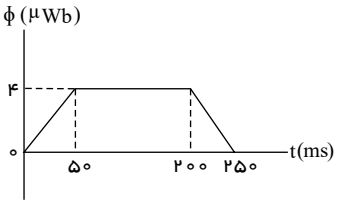
۷ - مطابق شکل زیر، قاب فلزی مستطیل شکلی به ابعاد $۴cm \times ۵cm$ با تندی ثابت $۱m/s$ به طور عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی یکنواختی به بزرگی $۲۰G$ وارد آن می‌شود و از طرف دیگر آن خارج می‌شود. نمودار تغییرات شار مغناطیسی ناشی از میدان خارجی که از حلقه می‌گذرد برحسب زمان، کدام است؟



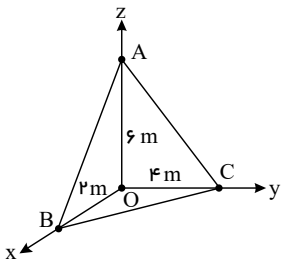
۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۸ - در شکل زیر، صفحهٔ ABC در یک میدان مغناطیسی به بزرگی $۲T$ که در امتداد محور xها است، قرار است. شار مغناطیسی گذرنده از سطح ABC چند وبر است؟



۱) ۸
۲) ۱۲
۳) ۱۵
۴) ۲۴

۹ - اگر حلقه‌ای دایره‌ای که سطح آن عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B}$ قرار دارد را به صورت قابی مربعی درآوریم و دوباره سطح آن را عمود بر خطوط همان میدان مغناطیسی قرار دهیم، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه چه تغییری خواهد کرد؟ $(\pi = ۳)$

۱) ۵۶ درصد کاهش می‌یابد.
۲) ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.
۳) ۱۲۵ درصد افزایش می‌یابد.
۴) ۳۳ درصد افزایش می‌یابد.

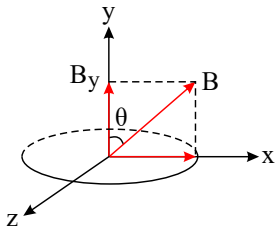
۱۰ - حلقه‌ای رسانا در یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار گرفته و سطح آن با خطوط میدان زاویهٔ ۳۰° می‌سازد. حلقه را حداقل به اندازهٔ چند درجه بچرخانیم تا بزرگی شار عبوری از آن نسبت به حالت قبل $\sqrt{۳}$ برابر شود؟

۱) ۴۵
۲) ۶۰
۳) ۹۰
۴) ۳۰

پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۴ برای تعیین بزرگی میدان مغناطیسی می‌توان نوشت:

$$\vec{B} = ۰/۳\vec{i} + ۰/۴\vec{j} \Rightarrow B = \sqrt{۰/۳^۲ + ۰/۴^۲} \Rightarrow B = ۰/۵T$$



با توجه به تعریف شار مغناطیسی عبوری از یک سطح، تنها مؤلفه‌ای از میدان که عمود بر سطح است (B_y) در تعیین مقدار شار عبوری مغناطیسی سهم دارد و مؤلفه‌ای از میدان که موازی سطح است (B_x) سهمی در شار مغناطیسی ندارد، بنابراین داریم:

$$\Phi = BA\cos\theta \xrightarrow{B\cos\theta = B_y} \Phi = B_y A = ۰/۴ \times ۲۰۰ \times ۱۰^{-۴}$$
$$\Rightarrow \Phi = ۸ \times ۱۰^{-۳} Wb$$

۲ - گزینه ۳ ابتدا میدان مغناطیسی سیم لوله را محاسبه کنیم.

$$B = \mu_۰ \frac{NI}{\ell} \Rightarrow B = (۴\pi \times ۱۰^{-۷}) \frac{۳۰۰۰۰ \times ۰/۵}{۰/۲} \Rightarrow B = ۳\pi \times ۱۰^{-۲} T$$

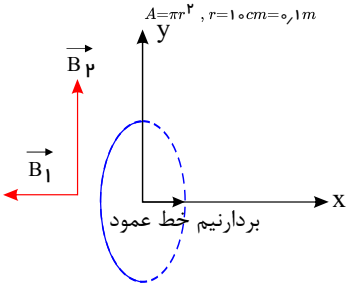
از طرفی : $A = \pi r^۲ = \pi \times (۲ \times ۱۰^{-۲})^۲ = ۴\pi \times ۱۰^{-۴} m^۲$

بنابراین داریم:

$$\Phi = BA = (۳\pi \times ۱۰^{-۲})(۴\pi \times ۱۰^{-۴}) \xrightarrow{\pi^۲ = ۱۰} \Phi = BA = ۱۲ \times ۱۰^{-۵} Wb$$

۳ - گزینه ۴ مطابق شکل شار ناشی از میدان مغناطیسی $\vec{B}_۲$ برابر صفر است، زیرا $\vec{B}_۲$ موازی با سطح حلقه است. شار ناشی از میدان مغناطیسی $\vec{B}_۱$ برابر است با:

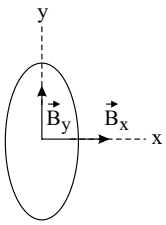
$$\Phi = AB\cos\theta \xrightarrow{B = ۰/۵T\ ,\ \theta = ۱۸۰^\circ} \Phi = ۳ \times (۰/۱)^۲ \times ۰/۵ \times \cos ۱۸۰^\circ = -۱۵ \times ۱۰^{-۳} Wb$$



۴ - گزینه ۳

چون نیم‌خط عمود بر صفحه موازی محور xها قرار دارد، مؤلفهٔ $\vec{B}_y$ میدان مغناطیسی با نیم‌خط عمود زاویهٔ ۹۰° می‌سازد، بنابراین شار مغناطیسی تولید نخواهد کرد.

لذا شار مغناطیسی عبوری از این صفحه را $\vec{B}_x$ ایجاد می‌کند که بر صفحه عمود است، دقت کنید چون $\vec{B}_x$ بر صفحه عمود است، زاویهٔ بین نیم‌خط عمود بر صفحه و $\vec{B}_x$، برابر با صفر درجه است.



$$\vec{B} = ۴\vec{i} + ۳\vec{j} \Rightarrow \begin{cases} B_x = ۴T \\ B_y = ۳T \end{cases}$$

$$\Phi = AB_x\cos\theta \xrightarrow{A=\pi R^۲} \Phi_x = \pi R^۲ B_x \cos(۰) \xrightarrow[R=۰/۵m]{B_x=۴T} \Phi_x = ۳ \times (۰/۵)^۲ \times ۴ \times ۱ \Rightarrow \Phi_x = ۳Wb$$

چون مؤلفهٔ $\vec{B}_y$ با نیم‌خط عمود بر صفحه زاویهٔ ۹۰° می‌سازد، $\Phi_y = ۰$ می‌باشد. زیرا:

$$\Phi_y = AB_y\cos ۹۰^\circ \Rightarrow \Phi_y = ۰$$

بنابراین، شار مغناطیسی عبوری از حلقه برابر است با:

$$\Phi = \Phi_x + \Phi_y = ۳ + ۰ \Rightarrow \Phi = ۳Wb$$

۵ - گزینه ۴ وقتی سطح حلقه عمود بر محور xهاست، فقط مؤلفهٔ i بردار میدان مغناطیسی از حلقهٔ عبور می‌کند و مؤلفهٔ j شاری از حلقهٔ عبور نمی‌دهد.

برای محاسبهٔ تغییرات شار داریم:

$$Q = BA\cos\theta \xrightarrow{\text{فقط } A \text{ متغیر}} \Delta\phi = B\cos\theta(\Delta A) \rightarrow \Delta\phi = ۶ \times ۱ \times (۳۰۰ - ۴۰۰) \times ۱۰^{-۴} = -۰/۰۶(Wb)$$

۶ - گزینه ۲

$$\begin{matrix}\phi = BA\cos\theta \\ \phi = B'A\cos\theta'\end{matrix} \xrightarrow{\phi \text{ ثابت}} BA\cos\theta = B'A\cos\theta'$$

$$\alpha = ۳۷^\circ \Rightarrow \theta = ۵۳^\circ \Rightarrow \cos ۵۳^\circ = ۰/۶ \rightarrow B' = ۱/۲B$$

$$\Rightarrow B \times ۰/۶ = ۱/۲B \times \cos\theta' \rightarrow \cos\theta' = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \theta' = ۶۰^\circ$$

$$\Rightarrow \alpha' = ۳۰^\circ \Rightarrow \Delta\alpha = ۳۷^\circ - ۳۰^\circ = ۷^\circ$$

لذا قاب باید ۷° در جهت (۲) بچرخد.

۷ - گزینه ۴

$$\phi = BA\cos\theta = ۲۰ \times ۱۰^{-۴} \times (۴ \times ۵ \times ۱۰^{-۴}) \times \cos ۰ = ۴ \times ۱۰^{-۶}Wb = ۴\mu Wb$$

کل مسافتی که از لحظهٔ ورود قاب تا خروج کامل قاب از میدان طی می‌شود برابر $۲۵cm$ است. پس:

$$t = \frac{d}{v} = \frac{۲۵ \times ۱۰^{-۲}}{۱} = ۲۵ \times ۱۰^{-۲}s = ۲۵۰ms$$

۸ - گزینه ۴ شار گذرنده از سطح ABC از رابطهٔ $\Phi = BA\cos\theta$ به‌دست می‌آید که $A\cos\theta$ تصویر صفحهٔ ABC بر روی صفحه‌ای است که بر خطوط میدان عمود است (صفحهٔ yOz) که در واقع همان صفحهٔ AOC می‌شود. مساحت این صفحه برابر است با:

$$A_{AOC} = \frac{۶ \times ۴}{۲} = ۱۲m^۲ = A_{ABC}\cos\theta$$

$$\Phi = BA_{ABC}\cos\theta = ۲ \times ۱۲ = ۲۴Wb$$

۹ - گزینه ۲ وقتی حلقه به قاب مربعی تبدیل می‌شود، مساحت آن تغییر می‌کند ولی محیط هر دو جسم یکسان است.

$$\text{محیط مربع} = \text{محیط دایره} \Rightarrow ۴a = ۲\pi r \xrightarrow{\pi=۳} a = \frac{۳}{۲}r$$

$$\frac{\phi_۲}{\phi_۱} = \frac{A_۲}{A_۱} = \frac{a^۲}{\pi r^۲} \Rightarrow \frac{\phi_۲}{\phi_۱} = \frac{(\frac{۳}{۲}r)^۲}{۳r^۲} = \frac{۳}{۴} \xrightarrow{\times ۱۰۰} ٪۷۵$$

۱۰ - گزینه ۴

$$\phi_۲ = \sqrt{۳}\phi_۱ \Rightarrow BA\cos\theta = \sqrt{۳}BA\cos(۹۰^\circ - ۳۰^\circ) \Rightarrow \cos\theta = \frac{\sqrt{۳}}{۲} \Rightarrow \theta = ۳۰^\circ \Rightarrow \Delta\theta = ۶۰ - ۳۰ - ۳۰^\circ$$

پاسخنامه کلیدی

۱ - ۴	۳ - ۴	۵ - ۴	۷ - ۴	۹ - ۲
۲ - ۳	۴ - ۳	۶ - ۲	۸ - ۴	۱۰ - ۴