نام و نام خانوادگی:

نام آزمون: تکلیف جلسهٔ دوازدهم (نیروی محرکهٔ القایی)

ادب

۱ - سطح حلقه‌های پیچه‌ای که دارای ۱۰۰۰ حلقه است، عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی که اندازهٔ آن $0/04T$ است، قرار دارد. میدان مغناطیسی در مدت $0/01s$ در خلاف جهت اولیه می‌رسد. اگر مساحت هر حلقهٔ پیچه $50cm^2$ باشد، بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط در پیچه، چند ولت است؟

① صفر ② ۰/۴ ③ ۴ ④ ۴۰

۲ - آهنگ تغییر شار مغناطیسی از جنس کدام کمیت فیزیکی است؟

① میدان مغناطیسی ② نیروی محرکه ی الکتریکی ③ شدت جریان الکتریکی ④ نیروی الکترومغناطیسی

۳ - دو سر سیمی به طول ۶۰ سانتی‌متر را به هم بسته‌ایم و با آن یک قاب مستطیل شکل تک دور درست کرده‌ایم، به طوری که طول آن دو برابر عرض آن است. اگر قاب حاصل در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با بزرگی $0/2T$ عمود بر راستای میدان قرار گیرد و در مدت $0/1s$ بچرخد تا سطح آن موازی خطوط میدان گردد، اندازه‌ی نیروی محرکه‌ی القایی متوسط ایجاد شده در قاب، چند ولت خواهد بود؟

① ۰/۰۲ ② ۰/۰۴ ③ ۰/۰۶ ④ ۰/۰۸

۴ - سیملوله‌ای بدون هسته دارای ۱۰۰ حلقه است. طول سیملوله $25cm$ و شعاع حلقه‌های آن $10cm$ است. اگر در مدت ۰/۰۲ ثانیه جریان الکتریکی آن به طور منظم از ۳۰ آمپر به صفر برسد، نیروی محرکه‌ی خود القایی آن چند ولت است؟ $(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Tm}{A})$

① $0/24\pi^2$ ② $0/48\pi^2$ ③ $2/4\pi$ ④ $4/8\pi$

۵ - سطح پیچه‌ای که شامل ۱۰۰ دور می‌باشد و مساحت هر حلقهٔ آن $12cm^2$ است. عمود بر خطوط یک میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. اگر بزرگی میدان مغناطیسی بدون تغییر جهت در بازهٔ زمانی $0/6ms$ از $0/2T$ به $0/4T$ افزایش یابد، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط ایجاد شده در این پیچه چند ولت است؟

① ۲۰ ② ۴۰ ③ ۲ ④ ۴

۶ - معادلهٔ شار مغناطیسی عبوری از یک پیچه که شامل ۶۰ حلقه است، در $SI$ به‌صورت $\phi = 4 \times 10^{-3} \cos 100\pi t$ است. اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی متوسط در پیچه در بازهٔ زمانی $t_1 = \frac{1}{200}s$ تا $t_2 = \frac{1}{100}s$ چند ولت است؟

① ۲/۴ ② ۴/۸ ③ ۲۴ ④ ۴۸

۷ - سطح پیچهٔ مسطحی به شعاع $5cm$ که شامل ۱۰۰۰ دور حلقه است، عمود بر خط‌های میدان مغناطیسی متغیری قرار دارد که در مدت $0/1s$ از $400G$ تغییر جهت داده و به $0/04T$ در جهت مخالف می‌رسد.بزرگی نیروی محرکهٔ القایی متوسط پیچه برابر با چند ولت است؟ $(\pi = 3)$

① ۱۲ ② ۹ ③ ۶ ④ ۴/۵

۸ - حلقه‌ای به مساحت ۲۰۰ سانتی‌متر مربع عمود بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت قرار دارد. اگر در مدت ۰/۰۲ ثانیه میدان مغناطیسی، بدون تغییر جهت به اندازه‌ی ۰/۰۸ تسلا کاهش یابد، نیروی محرکه‌ی القایی متوسط در حلقه چند ولت می‌شود؟

① ۰/۰۴ ② ۰/۰۸ ③ ۰/۱۲ ④ ۰/۱۶

۹ - پیچه‌ای با ۱۰۰ دور ، عمود بر یک میدان مغناطیسی یکنواخت به بزرگی $100G$ قرار دارد. اگر این پیچه کشیده شود و در مدت ۰/۰۵ ثانیه مساحت آن ۲۰ درصد کاهش یابد، نیروی محرکهٔ القایی متوسطی به بزرگی $80mV$ در آن القا می‌شود. مساحت اولیهٔ این پیچه بر حسب سانتی‌متر مربع کدام است؟

① ۵۰ ② ۵۰۰ ③ ۲۰ ④ ۲۰۰

۱۰ - شار عبوری از یک حلقه در مدت ۳ میلی‌ثانیه از $\Phi_1$ به $\Phi_2$ تغییر کرده و نیروی محرکهٔ القایی متوسط به بزرگی $20V$ ایجاد می‌کند. $\Phi_1$ و $\Phi_2$ کدام‌یک از گزینه‌های زیر برحسب وبر می‌توانند باشند؟

① $\Phi_1 = 0/02$ و $\Phi_2 = 0/04$ ② $\Phi_1 = 20$ و $\Phi_2 = 40$ ③ $\Phi_1 = -0/02$ و $\Phi_2 = 0/04$ ④ $\Phi_1 = -2$ و $\Phi_2 = 4$

# پاسخنامه تشریحی

۱ - گزینه ۴

$$\mathcal{E} = -N\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

$$\Delta\varphi = \varphi_۲ - \varphi_۱ = (AB_۲\cos\theta - AB_۱\cos\theta) = -۰/۰۸ \times ۵ \times ۱۰^{-۴} wb$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = \frac{-۱۰۰۰ \times \frac{-۸}{۱۰۰} \times ۵۰ \times ۱۰^{-۴}}{\frac{۱}{۱۰۰}} = ۴۰$$

۲ - گزینه ۲ طبق قانون القای الکترومغناطیسی فارادی، نیرو محرکه القایی در یک مدار بسته با آهنگ تغییر شار مغناطیسی رابطه ی مستقیم دارد.

۳ - گزینه ۲ محیط مستطیل ۶۰ سانتی‌متر است. پس مجموع طول و عرض آن ۳۰ سانتی‌متر خواهد شد و طول ۲ برابر عرض است. پس طول و عرض مستطیل به ترتیب $۲۰cm$ و $۱۰cm$ است.

$$A = (۱۰ \times ۲۰)cm^۲ = ۲۰۰cm^۲ = ۰/۰۲m^۲$$
$$\Rightarrow \Phi_۱ = A \cdot B = (۰/۰۲ \times ۰/۲) = ۴ \times ۱۰^{-۳} Wb$$
$$\Phi_۲ = ۰ \Rightarrow \Delta\Phi = -۴ \times ۱۰^{-۳} Wb$$
$$\bar{\varepsilon} = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} = (-\frac{-۴ \times ۱۰^{-۳}}{۰/۱}) = ۴ \times ۱۰^{-۲} V$$

۴ - گزینه ۱

$$\Delta B = B_۲ - B_۱ = ۰ - B_۱ = -B_۱ = \frac{\mu_۰ NI}{\ell} = \frac{۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times ۱۰۰ \times ۳۰}{۲۵ \times ۱۰^{-۲}} \Rightarrow \Delta B = -۴۸\pi \times ۱۰^{-۴} T$$

$$\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = NA\left|\frac{\Delta B}{\Delta t}\right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = ۱۰۰ \times ۱۰^{-۲} \times \pi \times \left|\frac{۴۸\pi \times ۱۰^{-۴}}{۰/۰۲}\right| = ۰/۲۴\pi^۲ V$$

۵ - گزینه ۲

$$|\bar{\varepsilon}| = N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = ۱۰۰ \times \frac{۱۲ \times ۱۰^{-۴} \times (۰/۴ - ۰/۲)}{۰/۶ \times ۱۰^{-۳}} = ۴۰V$$

۶ - گزینه ۴

$$\phi_۱ = ۴ \times ۱۰^{-۳}\cos(۱۰۰\pi \times \frac{۱}{۲۰۰}) = ۴ \times ۱۰^{-۳} \times \underbrace{\cos\frac{\pi}{۲}}_{۰} = ۰$$

$$\phi_۲ = ۴ \times ۱۰^{-۳}\cos(۱۰۰\pi \times \frac{۱}{۱۰۰}) = ۴ \times ۱۰^{-۳} \times \underbrace{\cos\pi}_{-۱} = -۴ \times ۱۰^{-۳} Wb$$

$$|\bar{\varepsilon}| = |-N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}| = ۶۰ \times \frac{۴ \times ۱۰^{-۳}}{\frac{۱}{۱۰۰} - \frac{۱}{۲۰۰}} = ۴۸\ V$$

۷ - گزینه ۳ با در نظر گرفتن جهت اولیهٔ میدان مغناطیسی عبوری از پیچه به عنوان جهت نیم‌خط عمود بر سطح پیچه، شار مغناطیسی عبوری از پیچه را در هر حالت حساب می‌کنیم.

$$\phi_۱ = A_۱B_۱\cos\theta_۱ = \pi r^۲ B_۱\cos ۰ = ۳ \times (۵ \times ۱۰^{-۲})^۲ \times ۴۰۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۱ \Rightarrow \phi_۱ = ۳ \times ۱۰^{-۴} Wb$$

$$\phi_۲ = A_۲B_۲\cos\theta_۲ = \pi r^۲ B_۲\cos ۱۸۰^\circ \Rightarrow \phi_۲ = ۳ \times (۵ \times ۱۰^{-۲})^۲ \times ۴ \times ۱۰^{-۲} \times (-۱) \Rightarrow \phi_۲ = -۳ \times ۱۰^{-۴} Wb$$

حال با استفاده از قانون القای الکترومغناطیسی فاراده، داریم:

$$|\bar{\varepsilon}| = \left|-N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}\right| = \left|-۱۰^۳ \times \frac{-۳ \times ۱۰^{-۴} - ۳ \times ۱۰^{-۴}}{۰/۱}\right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = ۶V$$

۸ - گزینه ۲

$$|\bar{\varepsilon}| = NA\left|\frac{AB}{\Delta t}\right| \Rightarrow |\bar{\varepsilon}| = ۱ \times ۲۰۰ \times ۱۰^{-۴}\left|\frac{۰/۰۸}{۰/۰۲}\right| = ۰/۰۸V$$

۹ - گزینه ۴

$$|\bar{\varepsilon}| = |-N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = |-N\frac{B\Delta A}{\Delta t}| \xrightarrow{|\Delta A| = ۰/۲A_۱} ۸۰ \times ۱۰^{-۳} = ۱۰۰ \times \frac{۱۰۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۰/۲A_۱}{۰/۰۵} \Rightarrow A_۱ = ۲ \times ۱۰^{-۲} m^۲ \xrightarrow{\times ۱۰^۴} A_۱ = ۲۰۰cm^۲$$

۱۰ - گزینه ۳ طبق رابطهٔ قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

$$|\bar{\varepsilon}| = N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow ۲۰ = ۱ \times \frac{\Delta\Phi}{۳ \times ۱۰^{-۳}} \Rightarrow \Delta\Phi = ۰/۰۶Wb$$

تنها در گزینهٔ «۳» تغییرات شار به اندازهٔ ۰/۰۶ وبر است.

# پاسخنامه کلیدی

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