

پاسخنامه تشریحی

۱

الف

$$N = 100, \quad l = 8 \text{ cm} = 8 \times 10^{-2} \text{ m}, \quad I_1 = 0.2 \text{ A}$$

$$B = \frac{\mu_0 NI}{l}$$

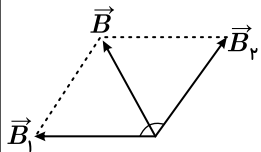
$$\Rightarrow B_1 = \frac{(4 \times 10^{-7} \frac{\text{T.m}}{\text{A}}) \times 100 \times (0.2 \text{ A})}{(8 \times 10^{-2} \text{ m})} = 1 \times 10^{-2} \text{ T}$$

ب

چهار انگشت دست راست را در جهت جریان روی سیملوله می‌گذاریم. انگشت شست نشان‌دهنده جهت میدان مغناطیسی داخل سیملوله است.

میدان سیملوله (B_1) به سمت چپ است. میدان سیم حامل جریان در نقطه A را نیز با قاعده دست راست تعیین می‌کنیم.

این میدان (B_2) درون سو است.



دو میدان برهم عمودند؛ بنابراین برای به دست آوردن برآیند آنها از قضیه فیثاغورس استفاده می‌کنیم:

$$B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{(1 \times 10^{-2} \text{ T})^2 + (4 \times 10^{-2} \text{ T})^2} = 5 \times 10^{-2} \text{ T}$$

۲

الف

$$A = (4 \text{ cm}) \times (5 \text{ cm}) = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2 = 0.2 \text{ m}^2$$

$$\Phi = BA \cos 30^\circ \Rightarrow \Phi = (250 \times 10^{-4} \text{ T}) \times (0.2 \text{ m}^2) \times 0.866 = 3 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

ب

$$\Delta \Phi = BA(\cos \theta_2 - \cos \theta_1) \Rightarrow \Delta \Phi = BA(\cos 30^\circ - \cos 60^\circ)$$

$$\Rightarrow \Delta \Phi = (250 \times 10^{-4} \text{ T}) \times (0.2 \text{ m}^2) \times (0.866 - 0.5) = 10^{-3} \text{ Wb}$$

حواسمان باشد در اینجا باید تغییرات $\cos \theta$ را در نظر بگیرید؛ نه تغییرات θ را:

$$\cos \theta \text{ تغییرات } \Delta(\cos \theta) = \cos \theta_2 - \cos \theta_1 \neq \cos \Delta \theta$$

۳

الف) گام اول: معادله جریان متناوب را براساس داده‌های مسئله می‌نویسیم:

$$I = I_m \sin \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow I = 5 \sin \frac{2\pi}{0.04} t \Rightarrow I = 5 \sin 50\pi t$$

گام دوم: بیشینه جریان هنگامی اتفاق می‌افتد که $\sin \frac{2\pi}{T} t = 1$ باشد.

$$\sin 50\pi t = 1 \Rightarrow 50\pi t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{1}{100} \text{ s}$$

ب) نیروی محرکه القایی در این لحظه بیشینه است و از رابطه اهم تعیین می‌شود:

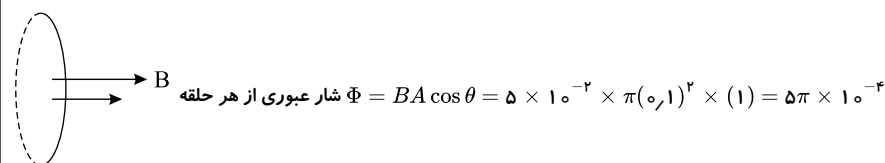
$$\varepsilon_m = I_m R = (5 \text{ A}) \times (10 \Omega) = 50 \text{ V}$$

۴

کاهش. تبدیلی که تعداد دورهای اولیه آن (N_1) بیشتر از تعداد دورهای ثانویه (N_2) باشد، مبدل کاهنده است و ولتاژ را کاهش می‌دهد.

۵

توجه کنید که تعداد دور سیم‌پیچ در شار عبوری از آن بی‌تاثیر است.



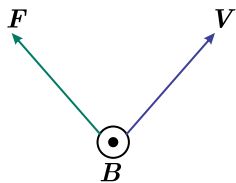
۶

الف) نادرست

ب) نادرست

۷

الف) ربایشی



۸

$$F = |q|vB\sin\theta \rightarrow F = 4 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^5 \times 0.3 \times 1 = 0.24N$$

۹

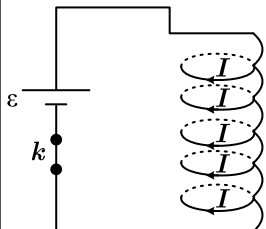
الف) نقطه a

ب) نقطه b

پ) جاذبه

۱۰ برای جذب قطب N آهنربا، باید قسمت بالای سیملوله قطب S باشد. با استفاده از قاعده دست راست، جهت جریان روی سیملوله به سمت چپ است؛ در نتیجه باتری B مناسب است. (زیرا جریان از قطب مثبت باتری خارج می‌شود.)

۱۱



فنر فشرده شده و طول آن کاهش می‌یابد. با وصل کلید و برقراری جریان الکتریکی در فنر، مطابق شکل روبه‌رو جریانی که از حلقه‌های فنر می‌گذرد، هم‌جهت عبور جریان‌های هم‌جهت در سیم‌های موازی باعث ایجاد نیروی جاذبه بین آنها می‌شود. حلقه‌ها یکدیگر را جذب می‌کنند و طول فنر کاهش می‌یابد.

۱۲ شار مغناطیسی گذرنده از سیملوله همیشه به خاطر وجود میدان مغناطیسی خارجی نیست. میدان مغناطیسی خود سیملوله نیز، در آن شار ایجاد می‌کند؛ بنابراین، ابتدا باید میدان مغناطیسی داخل سیملوله را حساب کنیم و سپس با استفاده از آن، شار را به دست آوریم.

گام اول: محاسبه میدان مغناطیسی داخل سیملوله:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{l} \Rightarrow B = (4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}) \times (\frac{200}{20 \times 10^{-2} m}) \times (\Delta A) = 20\pi \times 10^{-6} T = 20 \times 3 \times 10^{-6} T = 6 \times 10^{-5} T$$

محاسبه شار: خطوط میدان سیملوله بر سطح مقطع آن عمود است؛ بنابراین، $\theta = 0$ و داریم:

$$\Phi = BA \cos\theta \xrightarrow{\theta=0 \Rightarrow \cos\theta=1} \Phi = (6 \times 10^{-5} T) \times (15 \times 10^{-6} m^2) \times 1 = 90 \times 10^{-11} Wb = 9 \times 10^{-9} Wb$$

۱۳ گام اول: محاسبه θ : خطوط میدان مغناطیسی در راستای محور xها هستند.

θ : زاویه بین خطوط میدان و خط عمود بر سطح $\Rightarrow \alpha = 30^\circ$: زاویه بین خطوط میدان و سطح قاب

گام دوم: محاسبه A:

$$A = 15cm \times 30cm = 450cm^2 = 450 \times 10^{-4} m^2 = 4.5 \times 10^{-2} m^2$$

گام سوم: محاسبه Φ :

$$\Phi = BA \cos\theta = (0.4T) \times (4.5 \times 10^{-2} m^2) \times \cos 60^\circ \xrightarrow{\cos 60^\circ = \frac{1}{2}} \Phi = 9 \times 10^{-3} Wb$$

۱۴

الف

از چهار وجه $ABCD, BCGF, ADHE$ و $EFGH$ شاری عبور نمی‌کند؛ زیرا، این وجوه در راستای خطوط میدان هستند و بردار عمود بر آنها با خطوط میدان زاویه 90° درجه می‌سازد.

$$\Phi = BA \cos 90^\circ \xrightarrow{\cos 90^\circ = 0} \Phi = 0$$

بردار عمود بر هر سطح را به سمت بیرون مکعب در نظر می‌گیریم:

$$A = (2\text{cm}) \times (2\text{cm}) = 4\text{cm}^2 = 4 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

$$\Phi_{ABFE} = BA \cos 180^\circ = (0.1\text{T}) \times (4 \times 10^{-4}\text{m}^2) \times (-1) = -4 \times 10^{-5}\text{Wb}$$

$$\Phi_{CDHG} = BA \cos 0^\circ = (0.1\text{T}) \times (4 \times 10^{-4}\text{m}^2) \times 1 = 4 \times 10^{-5}\text{Wb}$$

ب

شار کل گذرنده از مکعب برابر صفر است.

$$\Phi_{ABFE} + \Phi_{CDHG} = 0$$

۱۵ گام اول: میدان مغناطیسی داخل سیملوله را (که شار مغناطیسی را ایجاد می‌کند) به دست می‌آوریم:

$$B = \mu_0 \frac{NI}{\ell}$$

$$\xrightarrow{\frac{N}{\ell} = 1000} B = (12 \times 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}) \times (1000 \frac{1}{\text{m}}) \times (2\text{A}) = 2.4 \times 10^{-3}\text{T}$$

گام دوم: وقتی سیم 40 سانتی‌متری را به شکل مربع درمی‌آوریم، طول هر ضلع آن 10cm می‌شود. مساحت مربع برابر است با:

$$A = (10\text{cm}) \times (10\text{cm}) = 100\text{cm}^2 = 100 \times 10^{-4}\text{m}^2 = 10^{-2}\text{m}^2$$

گام سوم: محاسبه شار:

$$\Phi = BA \cos 0^\circ \Rightarrow \Phi = (2.4 \times 10^{-3}\text{T}) \times (10^{-2}\text{m}^2) \times 1 = 2.4 \times 10^{-5}\text{Wb}$$

۱۶ گام اول: با قرار دادن زمان‌های داده‌شده در معادله B ، اندازه میدان مغناطیسی را در ابتدا و انتهای بازه زمانی داده‌شده به دست می‌آوریم و بعد از آن ΔB را می‌نویسیم:

$$t_1 = 1\text{s} \Rightarrow B_1 = 0.06(1)^2 = 0.06\text{T}$$

$$t_2 = 3\text{s} \Rightarrow B_2 = 0.06(3)^2 = 0.54\text{T}$$

$$\Rightarrow \Delta B = B_2 - B_1 = 0.54\text{T} - 0.06\text{T} = 0.48\text{T}$$

گام دوم: تغییرات شار را حساب می‌کنیم:

$$\Delta \Phi = \Delta(BA \cos \theta) = A(\cos 0^\circ) \Delta B \Rightarrow \Delta \Phi = 25 \times 10^{-4}\text{m}^2 \times 1 \times 0.48\text{T} = 12 \times 10^{-4} = 1.2 \times 10^{-3}\text{Wb}$$

گام سوم: با توجه به بازه زمانی داده‌شده و $\Delta \Phi$ به دست آمده، می‌توان بزرگی نیروی محرکه القایی متوسط را محاسبه کرد:

$$|\mathcal{E}| = \left| -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = 1 \times \frac{1.2 \times 10^{-3}\text{Wb}}{(3-1)\text{s}} = 0.6 \times 10^{-3}\text{V} = 6 \times 10^{-4}\text{V}$$

۱۷

الف

در لحظه وصل کلید، القاگر با ورود جریان به شاخه خودش مخالفت می‌کند؛ به همین دلیل، تمام جریان برای یک لحظه از لامپ گذشته و لامپ یک لحظه روشن می‌شود؛ اما، بعد از زمان کوتاهی، جریان از القاگر عبور می‌کند و چون مقاومت القاگر را ناچیز فرض می‌کنیم، تمام جریان از آن می‌گذرد و لامپ خاموش است.

ب

با قطع کلید، القاگر با کاهش جریان مخالفت می‌کند و انرژی ذخیره‌شده در آن وارد مدار می‌شود. در این حالت نیز لامپ برای یک لحظه روشن و سپس خاموش می‌شود.


۱۸ در لحظه $t = 0$ زاویه بین میدان و نیم‌خط عمود بر حلقه (θ) برابر صفر است.

در مدت 2s حلقه 60° درجه می‌چرخد و این زاویه به 60° درجه می‌رسد. بنابراین در لحظه $t = 2\text{s}$ شار مغناطیسی برابر است با:

$$\Phi = AB \cos \theta \xrightarrow[\theta = 60^\circ]{\Phi_{\max} = AB = 5\text{Wb}} \theta = 5 \times 1.2 = 2.5\text{Wb}$$

۱۹

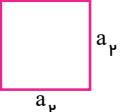
ابتدا طول ضلع مربع اولیه بزرگ و مربع‌های کوچک را به دست می‌آوریم:



$$\ell = 4a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{\ell}{4} \Rightarrow A_1 = a_1^2 = \frac{\ell^2}{16}$$

$$\frac{\ell}{n} = 4a_2 \Rightarrow a_2 = \frac{\ell}{4n} \Rightarrow A_2 = a_2^2 = \frac{\ell^2}{16n^2}$$

حال با استفاده از رابطه شار مغناطیسی داریم:



$$\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{nBA_2 \cos 0^\circ}{BA_1 \cos 0^\circ} = \frac{nA_2}{A_1} = \frac{\frac{n\ell^2}{16n^2}}{\frac{\ell^2}{16}} = \frac{1}{n}$$

۲۰ بدون حضور حلقه، تندی توپ بیشتر است؛ زیرا طبق قانون لنز، وجود حلقه با حرکت آهنربا مخالفت می‌کند و تندی برخورد آن به توپ را کاهش می‌دهد.

توضیح: با توجه به اینکه در کتاب درسی همواره حلقه رسانا است، پاسخ به صورت بالا خواهد بود. اما اگر با فرض نارسانا بودن حلقه، پاسخ را به صورت زیر بنویسید نیز درست است: اگر حلقه نارسانا باشد، تندی توپ در دو شکل یکسان است.