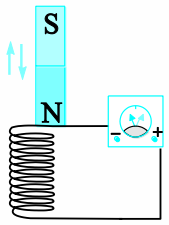
۱- آسان

آ) نادرست ب) درست

پ) نادرست ت) درست

۲- آسان

مطابق شکل، دو سر سیملوله را به گالوانومتر می‌بندیم و یک قطب آهنربای میله‌ای را درون سیملوله می‌بریم. مشاهده می‌شود که هنگام ورود و خروج آهنربا، عقربهٔ گالوانومتر عبور جریان الکتریکی را نشان می‌دهد.



۳- آسان

به دلیل این که مساحت حلقه و در نتیجه شار مغناطیسی گذرنده از حلقه تغییر می‌کند، در حلقه جریان القایی ایجاد می‌شود.

۴- متوسط

آ)

$$\Phi_1 = BA\cos 0 \Rightarrow \Phi_1 = 250\times10^{-4}\times(20\times20)\times10^{-4}\times1$$
$$= 10^{-3}\ \text{wb}$$

ب)

$$\Phi_2 = BA\cos 90 \xrightarrow{\cos 90=0} \Phi_2 = 0$$

پ)

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 \Rightarrow \Delta\Phi = -10^{-3}\ \text{wb}$$

ت)

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-10^{-3}}{0/01} = -0/1\ \frac{\text{wb}}{\text{s}}$$

۵- دشوار

$$\left.\begin{array}{l}\Phi = BA\cos\theta \Rightarrow \text{وبر} = \text{تسلا}\times\text{مترمربع}\\ F = BI\ell\sin\theta \Rightarrow \text{نیوتون} = \text{تسلا}\times\text{آمپر}\times\text{متر} \Rightarrow \text{تسلا} = \frac{\text{نیوتون}}{\text{آمپر}\times\text{متر}}\end{array}\right\}$$

$$\text{wb} = \frac{\text{N}\times\text{m}^2}{\text{A}\times\text{m}} \Rightarrow \text{wb} = \frac{\text{N}\times\text{m}}{\text{A}}$$

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\text{wb}}{\text{s}} = \frac{\frac{\text{N}\times\text{m}}{\text{A}}}{\text{s}} = \frac{\text{N}\times\text{m}}{\text{A}\times\text{s}} \xrightarrow{\text{N}\times\text{m}=\text{J}} \frac{\text{wb}}{\text{s}} = \frac{\text{J}}{\text{C}}$$

وبر بر ثانیه معادل ژول بر کولن است و ژول بر کولن معادل ولت است.

۶- متوسط

آ) $\Phi_1 = BA_1\cos 0 \Rightarrow \Phi_1 = 0/03\times25\times10^{-4}\times1 = 7/5\times10^{-5}\ \text{wb}$

ب) $\Phi_2 = BA_2\cos 0 \Rightarrow \Phi_2 = 0/03\times10\times10^{-4}\times1 = 3\times10^{-5}\ \text{wb}$

پ)

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{3\times10^{-5} - 7/5\times10^{-5}}{0/2} = -22/5\times10^{-5}\ \frac{\text{wb}}{\text{s}}$$
$$= -2/25\times10^{-4}\ \text{V}$$

۷- آسان

$$A_1 = \pi r_1^2 = 3\times10^2 = 300\ \text{cm}^2 \quad , \quad A_2 = \frac{1}{2}A_1 = 150\ \text{cm}^2$$

اگر سطح حلقه با میدان زاویه 30° بسازد زاویه میدان با خط عمود بر سطح حلقه 60° می‌شود.

$$\Phi_2 - \Phi_1 = B(A_2 - A_1)\cos 60 \Rightarrow \Delta\Phi = 0/04\times(150-300)\times10^{-4}\times\frac{1}{2}$$
$$= -3\times10^{-4}\ \text{wb}$$

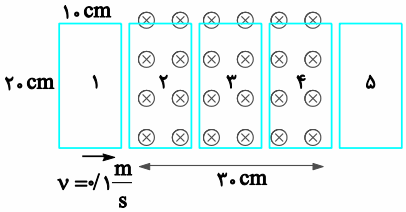
۸- آسان

وقتی سطح حلقه بر خطوط میدان مغناطیسی یکنواخت عمود باشد $\theta = 0$ درنظر می‌گیریم.

$$\Phi_2 - \Phi_1 = (B_2 - B_1)A\cos 0 \Rightarrow \Delta\Phi = (-0/2)\times200\times10^{-4}\times1$$
$$= -4\times10^{-3}\ \text{wb}$$

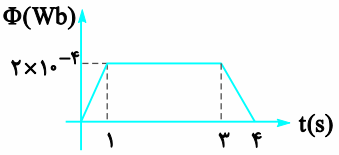
۹- دشوار

وضعیت قاب از لحظهٔ ورود به میدان مغناطیسی تا لحظهٔ خروج از آن مطابق شکل است.



$$\Phi_1 = \Phi_5 = 0$$
$$\Phi_2 = \Phi_3 = \Phi_4 = BA\cos 0 = 0/01\times(10\times20)\times10^{-4}\times1$$
$$= 2\times10^{-4}\ \text{wb}$$

چون سرعت قاب ثابت و برابر $0/1\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ است، آهنگ تغییر شار ثابت است و قاب هر ۱۰ cm در میدان را در مدت ۱ ثانیه طی می‌کند. توجه کنید که تغییر شار فقط از وضعیت ۱ به ۲ و از وضعیت ۴ به ۵ رخ می‌دهد.



۱۰- آسان

بنابر قانون فاراده، هرگاه شار مغناطیسی‌ای که از مدار بسته‌ای می‌گذرد تغییر کند، نیروی محرکه‌ای در آن القا می‌شود که بزرگی آن با آهنگ تغییر شار مغناطیسی متناسب است.

$$\varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

۱۱- آسان

آ) بیشتر

ب) تغییر شار مغناطیسی

پ) آهنگ تغییر شار مغناطیسی

۱۲- متوسط

تعداد حلقه‌های سیملولهٔ شکل ب از شکل آ بیشتر است. با توجه به این که باقی شرایط در هر دو شکل یکسان است و با توجه به رابطهٔ $\varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ با افزایش N، بزرگی نیروی محرکهٔ القایی افزایش می‌یابد، لذا ولت‌سنج شکل ب عدد بزرگ‌تری نشان می‌دهد.

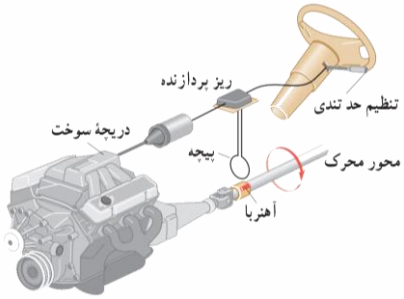
۱۳- متوسط

چون در شکل ب، آهنربا با سرعت بیشتری به سیموله نزدیک می‌شود، آهنگ تغییر شار مغناطیسی نسبت به شکل آ بیشتر است. طبق رابطهٔ $\varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ با افزایش $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$، بزرگی نیروی محرکه القایی بیشتر شده و ولت‌سنج شکل ب عدد بزرگ‌تری نشان می‌دهد.

۱۴- آسان

۱- تندی‌سنج دوچرخه‌های مسابقه‌ای

۲- کارت‌های اعتباری و دستگاه‌های کارت‌خوان



۳- سامانهٔ تنظیم حد تندی خودرو (کروز کنترل) (ویژه رشته ریاضی)

۱۵- متوسط

آ)

$$\Delta\Phi = (B_2 - B_1)A\cos 0 \Rightarrow \Delta\Phi$$
$$= (0/22 - 0/18)\times 25\times 10^{-4}\times 1 = 10^{-4}\ wb$$
$$\varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = \frac{-200\times 10^{-4}}{2\times 10^{-3}} = -10\ V$$

ب)

$$I_{av} = \frac{\varepsilon_{av}}{R} \Rightarrow I_{av} = \frac{-10}{10} = -1\ A$$

۱۶- متوسط

آ)

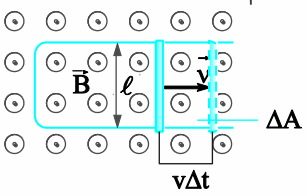
$$\Phi_1 = B_1 A\cos 0 = 0/28\times 100\times 10^{-4}\times 1 \Rightarrow \Phi_1 = 28\times 10^{-4}\ wb$$
$$\Phi_2 = B_2 A\cos 180 = 0/17\times 100\times 10^{-4}\times(-1)$$
$$\Rightarrow \Phi_2 = -17\times 10^{-4}\ wb$$
$$\varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{av} = -1\times\frac{(-17\times 10^{-4} - 28\times 10^{-4})}{0/45}$$
$$= \frac{45\times 10^{-4}}{0/45} = 10^{-2}\ V$$

ب)

$$I_{av} = \frac{\varepsilon_{av}}{R} \Rightarrow \bar{I} = \frac{10^{-2}}{10} = 10^{-3}\ A = 1\ mA$$

۱۷- دشوار

با حرکت سیم لغزنده، مساحت سطحی که شار مغناطیسی از آن می‌گذرد تغییر می‌کند. چون سرعت لغزنده ثابت است، سیم لغزنده در مدت Δt، به اندازهٔ $v\Delta t$ جابه‌جا می‌شود و مطابق شکل داریم:



$$\Delta A = v\Delta t\times \ell$$

بنابراین تغییر شار مغناطیسی برابر است با:

$$\Delta\Phi = B\Delta A\cos 0 \Rightarrow \Delta\Phi = Bv\Delta t\ell$$

با توجه به رابطهٔ قانون القای الکترومغناطیسی فاراده داریم:

$$|\varepsilon_{av}| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 1\times\frac{Bv\Delta t\ell}{\Delta t}$$
$$\Rightarrow |\varepsilon_{av}| = Bv\ell = 0/18\times 20\times 0/2 = 0/72\ V$$

۱۸- متوسط

$\theta_1 = 0 \Rightarrow \Phi_1 = 0/5\times10^{-4}\times30\times10^{-4}\times1 = 15\times10^{-8}\ wb$

$\theta_2 = 90^\circ \Rightarrow \Phi_2 = BA\cos90 \xrightarrow{\cos90=0} \Phi_2 = 0$

$\varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{av} = \frac{-1000\times(0-15\times10^{-8})}{0/02} = 7/5\times10^{-3}\ V$

۱۹- دشوار

اگر مقاومت پیچه یا سیملوله برابر R باشد، جریان القایی متوسط در آن از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$I_{av} = \frac{\varepsilon_{av}}{R} \Rightarrow I_{av} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

با توجه به تعریف جریان الکتریکی متوسط داریم:

$I_{av} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{I_{av}=\frac{\Delta q}{\Delta t}} \frac{\Delta q}{\Delta t} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$\Rightarrow \Delta q = -\frac{N}{R}\Delta\Phi \Rightarrow |\Delta q| = \frac{N}{R}|\Delta\Phi|$

$|\Delta q| = \frac{100}{10}\times0/5 = 5\ C$

۲۰- دشوار

آ) $t_1 = 0 \Rightarrow \Phi_1 = 10^{-2}\ wb$

$t_2 = 3\ s \Rightarrow \Phi_2 = (8\times3^2 - 4\times3 + 1)\times10^{-2} = 61\times10^{-2}\ wb$

$|\varepsilon_{av}| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 1\times\frac{(61\times10^{-2} - 10^{-2})}{3-0} = 0/2\ V$

ب) منظور از ثانیهٔ nام، لحظهٔ $t_1 = n-1$ ثانیه تا $t_2 = n$ ثانیه است.

ثانیهٔ دوم: $t_1 = 1s \rightarrow t_2 = 2s$

$t_1 = 1s \Rightarrow \Phi_1 = (8\times1^2 - 4\times1 + 1)\times10^{-2} = 5\times10^{-2}\ wb$

$t_2 = 2s \Rightarrow \Phi_2 = (8\times2^2 - 4\times2 + 1)\times10^{-2} = 25\times10^{-2}\ wb$

$|\varepsilon_{av}| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 1\times\frac{(25\times10^{-2} - 5\times10^{-2})}{2-1} = 0/2\ V$

۲۱- متوسط

آ) با چرخش میله آهنربای متصل به آن نیز می‌چرخد و سبب می‌شود شار مغناطیسی گذرنده از سیم پیچ تغییر کند و به سبب ایجاد نیروی محرکهٔ القایی، عقربهٔ ولت‌سنج منحرف می‌شود.

ب) با افزایش تندی باد، آهنگ تغییر شار مغناطیسی از سیم پیچ افزایش می‌یابد و عدد ولت‌سنج افزایش می‌یابد.

پ) استفاده از آهنربای قوی‌تر ـ افزایش تعداد حلقه‌های سیم پیچ

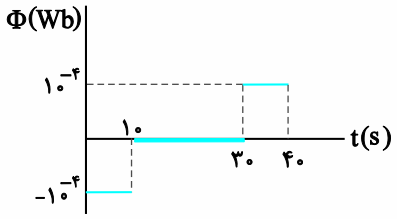
۲۲- دشوار

در قسمت‌هایی از نمودار $\Phi - t$ که تغییرات شار مغناطیسی خطی است، اندازهٔ نیروی محرکهٔ القایی ثابت است.

$0s \rightarrow 10s\ \varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{av} = -1\times\frac{(1\times10^{-3} - 0)}{10} = -10^{-4}\ V$

$10s \rightarrow 30s\ \Delta\Phi = 0 \Rightarrow \varepsilon_{av} = 0$

$30s \rightarrow 40s\ \varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{av} = \frac{-1\times(0-1\times10^{-3})}{10} = 10^{-4}\ V$

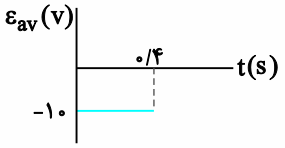


۲۳- متوسط

آ)

$\varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \varepsilon_{av} = -1\times\frac{6-2}{0/4} = -10\ V$

ب)



پ)

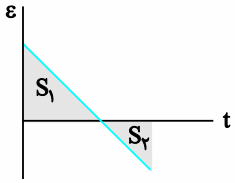
$I_{av} = \frac{\varepsilon_{av}}{R} \Rightarrow I_{av} = \frac{-10}{2} = -5A$

۲۴- دشوار

توجه: مساحت بین نمودار نیروی محرکهٔ القایی و محور زمان برای حلقه یا پیچه‌ای با N دور برابر $N|\Delta\Phi|$ است. اگر مساحت بالای محور زمان باشد $\Delta\Phi < 0$ و اگر مساحت پایین محور زمان باشد $\Delta\Phi > 0$ است.

$S_1 = N|\Delta\Phi| \xrightarrow{\text{مساحت بالای محور زمان}} \Delta\Phi = -\frac{S_1}{N}$

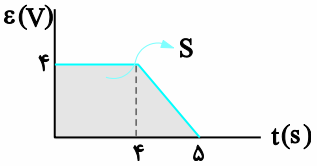
$S_2 = N|\Delta\Phi| \xrightarrow{\text{مساحت پایین محور زمان}} \Delta\Phi = +\frac{S_2}{N}$



آ)

$S = \text{مساحت ذوزنقه} = (\frac{4+5}{2})\times4 = 18$

$\Delta\Phi = -\frac{S}{N} = -\frac{18}{100} = -0/18\ wb$



ب)

$\varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{av} = \frac{-100\times(-0/18)}{5} = 3/6\ V$

۱- گزینه «۳» — آسان

$\phi = B \cdot A \cdot \cos\theta$

$Wb = T \cdot m^2$

۲- گزینه «۱» — آسان

نرده‌ای، وبر (Wb)

۳- گزینه «۴» — آسان

بیشترین شار مغناطیسی زمانی از حلقه می‌گذرد که سطح آن بر خطوط میدان مغناطیسی عمود باشد. در این صورت می‌توان زاویهٔ عمود بر سطح حلقه با خطوط میدان مغناطیسی را صفر درنظر گرفت.

$\Phi = BA\cos 0 \Rightarrow 4\times10^{-3} = 0/2 \times A \times 1$

$\Rightarrow A = 2\times10^{-2}\ m^2 = 200\ cm^2$

۴- گزینه «۴» — متوسط

اگر خطوط میدان با سطح حلقه زاویهٔ ۶۰ درجه بسازد با نیم خط عمود بر سطح حلقه زاویهٔ ۳۰ درجه می‌سازد.

$\Phi = BA\cos 30 \Rightarrow \Phi = 0/004 \times 200 \times 10^{-4} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3}\times10^{-5}\ wb$

۵- گزینه «۲» — آسان

طبق قانون القای الکترومغناطیسی فاراده اندازهٔ نیروی محرکه القایی متناسب با آهنگ تغییر شار مغناطیسی است ($\varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$). بنابراین آهنگ تغییر شار از جنس نیروی محرکهٔ الکتریکی است.

۶- گزینه «۱» — متوسط

$t_1 = 0 \Rightarrow \phi_1 = +2Wb$

$t_2 = 1 \Rightarrow \phi_2 = 3(1)^2 - 2(1) + 2 = 3Wb$

$|\varepsilon_{av}| = N\frac{\phi_2 - \phi_1}{t_2 - t_1} = 1\times\frac{3-2}{1-0} = 1V$

۷- گزینه «۲» — متوسط

$|\varepsilon_{av}| = |-NA\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t}|,\ \varepsilon_{av} = I_{av}R$

$500\times(25\times10^{-4})\times1\times\frac{\Delta B}{\Delta t} = 10^{-3}\times10$

$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{10^{-2}}{125\times10h^{-2}} = 8\times10^{-3}\frac{T}{s} = 8\frac{mT}{s}$

۸- گزینه «۳» — متوسط

$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3(20\times10^{-2})^2}{4} = 3\times10^{-2}m^2$

$\varepsilon_{av} = RI_{av} = 0/3\times0/2 = 0/06 = 6\times10^{-2}V$

$|\varepsilon_{av}| = |-N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}| = |-NA\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t}|$

$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{\varepsilon_{av}}{NA\cos\theta} = \frac{6\times10^{-2}}{1\times3\times10^{-2}\times1} = 2\frac{T}{s}$

۹- گزینه «۲» — آسان

$|\varepsilon_{av}| = N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = 200\times0/5 = 100V$

$\Rightarrow |I_{av}| = \frac{|\varepsilon_{av}|}{R} = \frac{100}{20} = 5A$

۱۰- گزینه «۳» — دشوار

توجه: اگر مقاومت پیچه یا سیملوله برابر R باشد، جریان القایی متوسط در آن از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$I_{av} = \frac{\varepsilon_{av}}{R} \Rightarrow I_{av} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

با توجه به تعریف جریان الکتریکی متوسط داریم:

$I_{av} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{I_{av}=\frac{\Delta q}{\Delta t}} \frac{\Delta q}{\Delta t} = -\frac{N}{R}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$\Rightarrow \Delta q = -\frac{N}{R}\Delta\Phi \Rightarrow |\Delta q| = \frac{N}{R}|\Delta\Phi|$

$|\Delta q| = \frac{N}{R}|\Delta\Phi| \Rightarrow |\Delta q| = \frac{200}{10}|0-0/05| = 1C$

۱۱- گزینه «۲» — دشوار

$|\Delta q| = \frac{N}{R}|\Delta\Phi| \Rightarrow |\Delta q| = \frac{50}{5}|0-0/04| = 0/4C$

۱۲- گزینه «۴» — متوسط

$\Phi_1 = BA\cos 0 \Rightarrow \Phi_1 = 0/1\times100\times10^{-4}\times1 = 10^{-3}\ wb$

$\Phi_2 = BA\cos 180 \Rightarrow \Phi_2 = 0/1\times100\times10^{-4}\times(-1) = -10^{-3}\ wb$

$|\varepsilon_{av}| = N|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|$

$\Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 1\times|\frac{-10^{-3}-10^{-3}}{0/25}| = 8\times10^{-3}V = 8mV$

۱۳- گزینه «۱» — متوسط

$|\varepsilon_{av}| = N|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|$

$\Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 200|\frac{0/005-0/02}{0/1}| = 2000\times0/015 = 30\ V$

$|I_{av}| = \frac{|\varepsilon_{av}|}{R} \Rightarrow |I_{av}| = \frac{30}{15} = 2\ A$

۱۴- گزینه «۲» **متوسط**

توجه کنید زاویهٔ نیم‌خط عمود بر سطح حلقه با خطوط میدان ۶۰ درجه است.

$$\varepsilon_{av}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-N\frac{\Delta B\times A\cos 60}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \varepsilon_{av}=-1\times\frac{(0-6000\times10^{-4})\times3/14\times10^{2}\times10^{-4}\times\frac{1}{2}}{15/7\times10^{-3}}=0/6\ V$$

۱۵- گزینه «۳» **متوسط**

خطوط میدان مغناطیسی بیر سطح حلقه‌های سیملوله عمود است و زاویهٔ نیم‌خط عمود بر سطح حلقه صفر است.

$$|\varepsilon_{av}|=N|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=N|\frac{\Delta B}{\Delta t}\times A\times\cos 0|$$

$$\Rightarrow |\varepsilon_{av}|=400\left|-0/1\times15\times10^{-4}\times1\right|=6\times1|^{-2}\ V$$

$$|I_{av}|=\frac{|\varepsilon_{av}|}{R}=\frac{6\times10^{-2}}{0/2}=0/3\ A$$

۱۶- گزینه «۴» **متوسط**

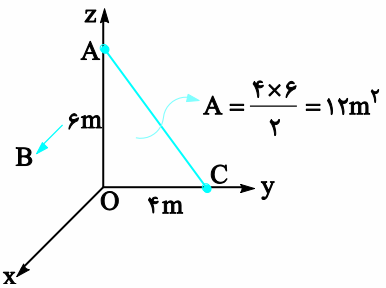
$$\Phi_1=AB\cos 0=0/04\times50\times10^{-4}\times1=2\times10^{-4}\ wb$$

$$\Phi_2=BA\cos 180=0/04\times50\times10^{-4}\times(-1)=-2\times10^{-4}\ wb$$

$$|\varepsilon_{av}|=N|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=1000|\frac{-2\times10^{-4}-2\times10^{-4}}{0/01}|=40\ V$$

۱۷- گزینه «۴» **دشوار**

شار مغناطیسی گذرنده از سطحی که با خط AC و محورهای y و z می‌گذرد با شار مغناطیسی گذرنده از صفحهٔ ABC برابر است.



$$\Phi=BA\cos 0=2\times12\times1=24\ wb$$

۱۸- گزینه «۳» **دشوار**

شیب خط در نمودار $(\Phi-t)$ برابر $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ است. در لحظهٔ $t=3\ s$ شیب خط گذرنده از این لحظه برابر است با:

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{0-2}{3-1}=-1\ \frac{wb}{s}$$

$$\varepsilon_{av}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-1\times(-1)=1\ V$$

۱۹- گزینه «۴» **دشوار**

شیب خط گذرنده از لحظهٔ t' برابر $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ است.

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{-2-2}{16-4}=-\frac{4}{12}=-\frac{1}{3}\ \frac{wb}{s}$$

$$\varepsilon_{av}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\varepsilon_{av}=-1\times(-\frac{1}{3})=\frac{1}{3}\ V$$

۲۰- گزینه «۲» **دشوار**

شیب خط نمودار $\Phi-t$ برابر $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ است. چون در بازه‌های زمانی داده شده در شکل، شیب خط تغییر نکرده است بنابراین نیروی محرکهٔ القایی در کل زمان‌های داده شده در نمودار ثابت است و فقط گزینهٔ ۲ این ویژگی را دارد.

و با انجام محاسبات زیر داریم:

$$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{0-2\times10^{-3}}{0/01}=-0/2\ \frac{wb}{s}$$

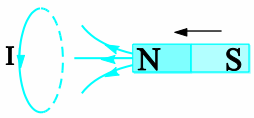
$$\varepsilon_{av}=-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Rightarrow\varepsilon_{av}=-1\times(-0/2)=0/2\ V$$

۱- آسان

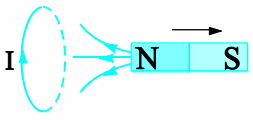
قانون لنز بیان می‌کند که: جریان حاصل از نیروی محرکهٔ القایی در یک مدار یا پیچه در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن، با عامل به وجود آورندهٔ جریان القایی، یعنی تغییر شار مغناطیسی، مخالفت می‌کند

۲- آسان

آ)



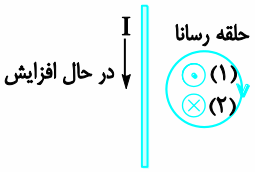
ب)



۳- دشوار

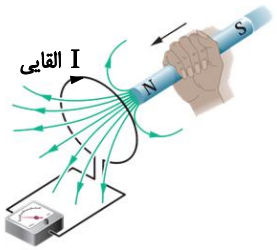
آ) با توجه به جهت جریان القایی در حلقه قطب S میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی در پایین حلقه است، لذا آهنربا به سمت پایین حرکت می‌کرده است.

ب) جهت میدان $\vec{B}_1$ ناشی از سیم حامل جریان در محل حلقه برون‌سو است و چون I در حال افزایش است باید میدان $\vec{B}_2$ ناشی از جریان حلقه درون باشد تا با تغییر شار مخالفت کند. I، (۱) **B** سیم حلقه برون‌سو است. چون جریان I در حال افزایش است، (۲) **B** القایی بنا به قانون لنز باید جهت جریان در حلقه، ساعتگرد باشد تا با افزایش شار عبوری از حلقه، مخالفت کند. لذا جهت جریان القایی ساعتگرد است.



۴- آسان

باتوجه به افزایش شار عبوری از حلقه، جهت جریان القایی به گونه‌ای خواهد بود که قطب **N** میدان مغناطیسی ناشی از این جریان به سمت آهنربا بوده و با نزدیک شدن آهنربا به حلقه مخالفت کند.



۵- دشوار

آهنربایی که از حلقه رسانا عبور می‌کند، فرورفتگی کمتری هنگام برخورد با زمین نرم ایجاد می‌کند. زیرا در هنگام ورود و در هنگام خروج آهنربا از حلقه، جهت جریان القایی به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی حاصل از این جریان با عبور آهنربا از آن مخالفت می‌کند.

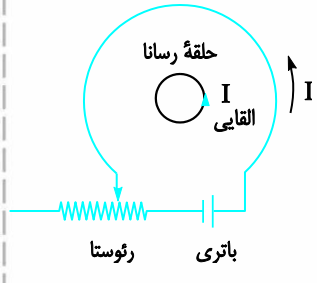
۶- متوسط

آ) ساعتگرد ب) پادساعتگرد

پ) جریانی القا نمی‌شود.

۷- متوسط

با افزایش مقاومت رئوستا، جریان حلقهٔ بزرگ کم شده و میدان مغناطیسی ناشی از آن در محل حلقهٔ کوچک کاهش می‌یابد. لذا جهت جریان القایی در حلقهٔ کوچک به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی ناشی از آن در جهت میدان مغناطیسی حلقهٔ بزرگ باشد تا با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند. پس جهت جریان القایی، هم‌جهت جریان حلقهٔ بزرگ است.



۸- متوسط

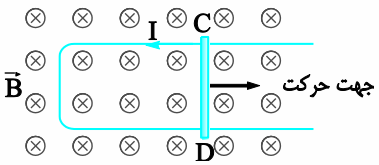
با دور شدن حلقه‌ای که به سمت راست حرکت می‌کند، از سیم راست، چون بزرگی میدان مغناطیسی سیم راست کم می‌شود، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه، کاهش می‌یابد، چون جهت میدان مغناطیسی سیم راست در محل این حلقه درون‌سو است، جهت جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی ناشی از آن در درون حلقه، درون‌سو باشد پس جهت جریان القایی در حلقهٔ راست ساعتگرد است. با حرکت حلقهٔ سمت چپ سیم راست در جهت نشان داده شده چون میدان مغناطیسی سیم راست در محل حلقه تغییر نمی‌کند، جریان القایی در این حلقه صفر است.

۹- آسان

چون با حرکت حلقه، تعداد خطوط میدان مغناطیسی که از حلقه می گذرد کم می‌شود، شار مغناطیسی گذرنده از حلقه کاهش می‌یابد، لذا جهت جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی ناشی از آن در داخل حلقه هم‌جهت میدان مغناطیسی در محل حلقه باشد. پس جریان القایی ساعتگرد است.

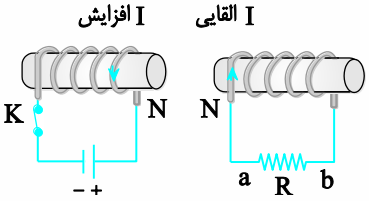
۱۰- متوسط

با حرکت میلهٔ فلزی به سمت راست، شار مغناطیسی گذرنده از حلقهٔ بسته افزایش می‌یابد. لذا جریان القایی در حلقهٔ بسته به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی ناشی از آن در داخل حلقه مخالف میدان مغناطیسی در محل حلقه باشد یعنی برون‌سو باشد. پس جهت جریان القایی پادساعتگرد است.

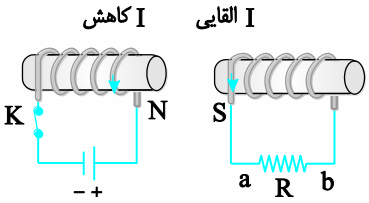


۱۱- دشوار

آ) در هنگام وصل کلید، جریان گذرنده از سیم لوله چپ درحال افزایش است، پس شار مغناطیسی گذرنده از سیم لوله سمت راست، ناشی از میدان مغناطیسی سیم لوله سمت چپ در حال افزایش است. با توجه به جهت جریان I، جهت جریان القایی (I القایی) باید مطابق شکل باشد، پس در هنگام وصل کلید از مقاومت **R** جریان از **b** به **a** است.



ب) در هنگام قطع کلید، جریان گذرنده از سیم لوله چپ در حال کاهش است، پس شار مغناطیسی گذرنده از سیم لوله سمت راست، ناشی از میدان مغناطیسی سیم لوله سمت چپ در حال کاهش است با توجه به جهت جریان I، جهت جریان القایی (I القایی) باید مطابق شکل باشد، پس در هنگام قطع کلید از مقاومت **R** جریان از **a** به **b** است.



۱۲- متوسط

آ) در مرحلهٔ (۲)

$$\Phi = BA\cos 0 \Rightarrow \Phi = 20\times10^{-3}\times(10\times10)\times10^{-4}\times1 = 2\times10^{-4}\ wb$$

ب) در وضعیت (۱) و جهت جریان القایی پادساعتگرد

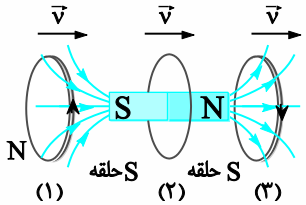
پ) در وضعیت (۲) و جهت جریان القایی ساعتگرد

۱۳- متوسط

در وضعیت (۱) شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال افزایش است، پس جهت جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که قطب S ناشی از آن در سمت آهنربا باشد تا با نزدیک شدن حلقه به آهنربا مخالفت کند.

در وضعیت (۲) به‌صورت لحظه‌ای شار مغناطیسی تغییری نمی‌کند و جریان القایی صفر است.

در وضعیت (۳) شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال کاهش است، پس جهت جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که قطب S ناشی از آن در سمت آهنربا باشد تا از دور شدن حلقه از آهنربا مخالفت کند



۱۴- دشوار

آ) ساعتگرد

ب)

$$\Phi_1 = BA_1\cos 0 \Rightarrow \Phi_1 = 0/4\times(10\times20)\times10^{-4}\times1 = 8\times10^{-3}\ wb$$

$$A_2 = 0 \Rightarrow \Phi_2 = 0$$

$$|\varepsilon_{av}| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 1\times\left|\frac{0-8\times10^{-3}}{20}\right| = 4\times10^{-4}\ V$$

۱- گزینه «۴» آسان

برای تعیین جهت جریان القایی از قانون لنز استفاده می‌کنیم:

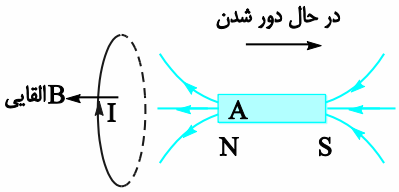
۱) یک خط میدان اصلی $(\vec{B})$ را رسم می‌کنیم.

۲) معین می‌کنیم که شار مغناطیسی گذرنده از مدار در حال افزایش است یا کاهش.

۳) اگر شار در حال افزایش باشد، میدان القایی $(\vec{B}_L)$ را مخالف $\vec{B}$ و اگر در حال کاهش باشد $(\vec{B}_L)$ و $\vec{B}$ را هم جهت در نظر می‌گیریم.

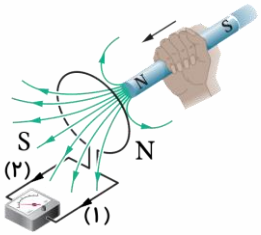
۴) انگشت شست دست راست را در جهت $(\vec{B}_L)$ می‌گیریم، انگشتان خمیده جهت جریان القایی را نشان می‌دهد.

۲- گزینه «۲» آسان



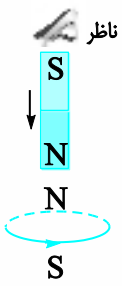
۳- گزینه «۲» متوسط

برای مخالفت با نزدیک شدن آهنربا به حلقه، جهت جریان القایی در آن باید به گونه‌ای باشد که قطب **N** میدان مغناطیسی ناشی از آن در سمت آهنربا باشد، لذا جهت جریان القایی در حلقه در جهت (۱) است. پس حلقه آهنربا را دفع می‌کند.

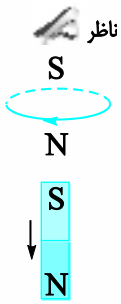


۴- گزینه «۳» متوسط

در هنگام ورود آهنربا به حلقه مطابق شکل مقابل، جهت جریان القایی به گونه‌ای است که قطب **N** میدان مغناطیسی ناشی از آن سمت آهنربا باشد تا با ورود آهنربا به حلقه مخالفت کند. جهت جریان از دید ناظر پادساعتگرد است.



در هنگام خروج آهنربا از حلقه مطابق شکل مقابل، جهت جریان القایی به گونه‌ای است قبل **N** میدان مغناطیسی ناشی از آن سمت آهنربا باشد تا با دور شده آهنربا از حلقه مخالفت کند. جهت جریان از دید ناظر ساعتگرد است.



۵- گزینه «۴» دشوار

با حرکت رئوستا به سمت چپ مقاومت آن افزایش و جریان در مدار دایره‌ای کاهش می‌یابد و با کاهش جریان در آن، جریان القایی در حلقه هم‌جهت با آن یعنی پادساعتگرد می‌شود.

۶- گزینه «۱» متوسط

جهت میدان مغناطیسی حاصل از عبور جریان در سیم راست در داخل حلقه درون‌سو است. چون جریان القایی در حلقه ساعت‌گرد است، جهت میدان القایی نیز درون‌سو خواهد بود، پس نتیجه می‌گیریم که شار مغناطیسی گذرنده از حلقه در حال کاهش است و این اتفاق زمانی روی می‌دهد که یا حلقه را از سیم دور کنیم یا جریان در سیم را کاهش دهیم.

۷- گزینه «۴» آسان

چون جهت میدان حاصل از سیم راست در مرکز حلقه و میدان القایی حلقه، درون‌سو می‌باشد، طبق قانون لنز نتیجه می‌شود که شار مغناطیسی عبوری از حلقه در حال کاهش بوده است، پس جریان سیم می‌تواند در حال کاهش باشد. یا حلقه از سیم درو شود که فقط گزینه ۴ از بین گزینه‌ها درست است.

۸- گزینه «۱» دشوار

$$t=0 \Rightarrow \phi_1=0$$

$$t=2 \Rightarrow \phi_2=(5\times 2^2+6\times 2)\times 10^{-3}=32\times 10^{-3}\ wb$$

$$|\varepsilon_{av}|=|-N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}|=|-N\frac{\phi_2-\phi_1}{t_2-t_1}|$$

$$|\varepsilon_{av}|=1\times\frac{32\times 10^{-3}-0}{2-0}=16\times 10^{-3}V=16mV$$

چون شار مغناطیسی گذرنده از حلقه افزایش می‌یابد، بنابراین $\vec{B}_L$ مخالف $\vec{B}$ یعنی برونسو می‌شود. انگشت شست دست راست را که روی $\vec{B}_L$ قرار دهیم، انگشتان خمیده جهت جریان القایی در حلقه پادساعتگرد یعنی از **A** به **B** نشان می‌دهد.

۹- گزینه «۱» متوسط

اگر جهت میدان مغناطیسی سیم راست در محل حلقه و میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی در حلقه هم‌جهت باشند باید شار مغناطیسی در حال کاهش و در نتیجه جریان سیم راست باید در حال کاهش باشد و در غیر این صورت باید جریان سیم راست در حال افزایش باشد.

بنابراین فقط گزینه ۱ درست است.

۱۰- گزینه «۲» دشوار

میدان مغناطیسی سیم راست در محل حلقه ۱ برون‌سو است . چون I در حال کاهش است، شار مغناطیسی گذرنده از آن در حال کاهش است لذا باید جهت جریان القایی به گونه‌ای باشد تا میدان مغناطیسی حاصل از آن برون‌سو باشد پس جریان حلقهٔ ۱ پادساعتگرد است.

میدان مغناطیسی سیم راست در محل حلقه ۲ درون‌سو است، چون حلقهٔ ۲ از سیم راست دور می‌شود و جریان I نیز در حال کاهش است شار مغناطیسی گذرنده از آن در حال کاهش است لذا باید جهت جریان القایی به گونه‌ای باشد تا میدان مغناطیسی حاصل از آن درون‌سو باشد، پس جریان حلقهٔ ۲ ساعتگرد است.

۱۱- گزینه «۳» متوسط

قاعدهٔ دست راست را برای هر دو سیم‌لوله به‌کار می‌بریم. جهت میدان $(\vec{B})$ در سیم‌لوله **A** از چپ به راست و جهت میدان القایی $(\vec{B}_L)$ از راست به چپ است. بنابراین نتیجه می‌گیریم که شار گذرنده از سیم‌لوله **B** در حال افزایش است که فقط گزینهٔ «۳» این امکان را فراهم می‌کند.

۱۲- گزینه «۱» دشوار

با حرکت میله به سمت چپ مساحت قاب کم شده و در نتیجه شار مغناطیسی نیز کاهش می‌یابد که در این حالت میدان القایی $\vec{B}_L$ با $\vec{B}$ هم‌جهت یعنی درونسو می‌شود. انگشت شست دست راست را در جهت $\vec{B}_L$ قرار می‌دهیم، انگشتان خمیده، جهت جریان القایی را در میله از **M** به **N** معین می‌کند.

وقتی **V** رو به افزایش باشد، $|\varepsilon|=BLV$ نیز افزایش یافته و به دنبال آن $I=\frac{\varepsilon}{R}$ نیز افزایش می‌یابد.

۱۳- گزینه «۲» آسان

با خروج قاب از فضای میدان مغناطیسی، شار مغناطیسی عبوری از قاب کاهش می‌یابد و طبق قانون لنز، جریان القایی طوری در قاب ایجاد می‌شود که با عامل کاهش شار مخالفت کند، یعنی میدان مغناطیسی ناشی از آن هم‌جهت با میدان مغناطیسی موجود در فضا باشد (میدان درون‌سو)؛ بنابراین طبق قاعده دست راست، جریان القایی در قاب باید ساعتگرد باشد.

$$|\varepsilon_{av}|=|-N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}|=|-1\times\frac{-(0/02)}{1\times 10^{-3}}|=20V$$

۱- آسان

آ) کاهش

ب) ندارد

پ) افزایش

۲- آسان

آ) نادرست ب) درست

۳- متوسط

با تغییر مقاومت رئوستا، جریان در مدار تغییر می‌کند. تغییر جریان در مدار، سبب تغییر میدان مغناطیسی القاگر می‌شود و درنتیجه شار مغناطیسی عبوری از آن نیز تغییر می‌کند. این فرایند سبب القای نیروی محرکه‌ای در القاگر می‌شود که بنابر قانون لنز با تغییر جریان عبوری از آن مخالفت می‌کند. این پدیده که می‌تواند در هر القاگری (از قبیل پیچه یا سیملوله) رخ دهد اثر خود ـ القاوری نامیده می‌شود.

۴- متوسط

هنگام بستن کلید، جریان گذرنده از القاگر آرمانی در حال افزایش است و به دلیل پدیده خود ـ القاوری القاگر، نیروی محرکه‌ای، خلاف جهت نیروی محرکهٔ باتری در آن ایجاد می‌شود که سبب می‌شود جریان به طور تدریجی به مقدار نهایی‌اش برسد. تا لحظهٔ رسیدن جریان به مقدار نهایی‌اش، اثر خود ـ القاوری القاگر، کاهش می‌یابد و بعد از ثابت شدن جریان، القاگر آرمانی مثل یک سیم رسانا در مدار عمل می‌کند.

۵- دشوار

لامپ ابتدا خاموش است (القاگر آرمانی دو سر لامپ را اتصال کوتاه کرده است.) در هنگام باز کردن کلید، چون جریان در مدار کاهش می‌یابد، به دلیل پدیدهٔ خود ـ القاوری القاگر، نیروی محرکه‌ای، هم‌جهت نیروی محرکهٔ باتری در آن ایجاد می‌شود که سبب می‌شود در هنگام قطع کلید، لامپ روشن شود (القاگر مثل یک مولد عمل می‌کند) و تا لحظهٔ رسیدن جریان به صفر، به تدریج اثر خود ـ القاوری القاگر کم شده و لامپ درنهایت خاموش می‌شود. بنابراین در هنگام قطع کلید لامپ ابتدا روشن و سپس خاموش می‌شود.

۶- دشوار

هنگام بستن کلید، چون جریان در مدار در حال افزایش است به دلیل پدیدهٔ خود ـ القاوری القاگر، نیروی محرکه‌ای، خلاف جهت نیروی محرکهٔ باتری در آن ایجاد می‌شود که سبب می‌شود دقیقاً در لحظهٔ بسته شدن کلید، جریانی از آن نگذرد (مثل کلید باز عمل می‌کند) و با عبور جریان از لامپ، لامپ روشن می‌شود. تا لحظهٔ رسیدن جریان به مقدار نهایی‌اش، اثر خود ـ القاوری القاگر کم شده و پس از ثابت شدن جریان، القاگر آرمانی، مثل یک سیم رسانا عمل کرده و دو سر لامپ اتصال کوتاه شده و لامپ خاموش می‌شود. بنابراین، در هنگام وصل کلید، لامپ ابتدا روشن و سپس خاموش می‌شود.

۷- متوسط

$$L=\frac{\mu_0 AN^2}{l} \Rightarrow L=\frac{4\times 3/14\times 10^{-7}\times 10\times 10^{-4}\times (2000)^2}{62/8\times 10^{-2}}$$

$$=0/8\times 10^{-2}H=8mH$$

۸- متوسط

$$L=\frac{\mu_0 AN^2}{l} \Rightarrow 1=\frac{4\times 3/14\times 10^{-7}\times 10\times 10^{-4}\times N^2}{3/14\times 10^{2}}$$

$$\Rightarrow N^2=\frac{10^8}{4} \Rightarrow N=5000$$

۹- آسان

$$\frac{L_2}{L_1}=\frac{A_2}{A_1}\times(\frac{N_2}{N_1})^2\times(\frac{l_1}{l_2}) \xrightarrow{l_2=2l_1} \frac{L_2}{L_1}=1\times 1\times\frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow L_2=\frac{1}{2}L_1$$

۱۰- متوسط

جریان عبوری از پیچهٔ ۱، میدان مغناطیسی $\vec{B}$ را به وجود می‌آورد. این میدان $\vec{B}$، شار مغناطیسی‌ای را از پیچهٔ ۲ می‌گذراند که در مجاورت آن قرار دارد. با تغییر دادن مقاومت رئوستا و تغییر جریان در پیچهٔ ۱، میدان مغناطیسی پیچهٔ ۱ و درنتیجه شار عبوری از پیچهٔ ۲ نیز تغییر می‌کند؛ بنابر قانون فاراده، این تغییر شار، نیروی محرکه‌ایی را در پیچهٔ ۲ القا می‌کند که به ایجاد جریان القایی در این پیچه می‌انجامد. همچنین تغییر جریان در پیچهٔ ۲، سبب ایجاد نیروی محرکهٔ القایی در پیچهٔ ۱ می‌شود. این فرایند، القای متقابل نامیده می‌شود.

۱۱- متوسط

با توجه به جهت جریان در سیملوله، میدان مغناطیسی درون سیملوله از چپ به راست است. با افزایش مقاومت رئوستا، جریان گذرنده هر میدان مغناطیسی حاصل از آن کم می‌شود، لذا شار مغناطیسی گذرنده از حلقه سمت راست کاهش می‌یابد و طبق قانون لنز باید جهت جریان القایی در حلقه به گونه‌ای باشد تا میدان مغناطیسی حال از آن درون حلقه از چپ به راست باشد لذا جهت جریان در حلقه در جهت (۱) است.

۱۲- متوسط

$$L=\frac{\mu_0 AN^2}{l} \Rightarrow L=\frac{۱۲/۵\times۱۰^{-۷}\times۰/۴۴\times۱۰^{-۴}\times(۲۰۰۰)^2}{۲۲\times۱۰^{-۲}}$$

$$=۱۰^{-۳}H=۱mH$$

$$U=\frac{۱}{۲}LI^2 \Rightarrow U=\frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۳}\times(۱/۷)^2=۱/۴۴۵\times۱۰^{-۳}J$$

۱۳- دشوار

$$U=۱kwh=۱۰۰۰\times۳۶۰۰ ws=۳/۶\times۱۰^۶ J$$

$$U=\frac{۱}{۲}LI^2 \Rightarrow ۳/۶\times۱۰^۶=\frac{۱}{۲}L\times(۲۰۰)^2 \Rightarrow L=۱۸۰H$$

توجه: نتیجهٔ محاسبه نشان می‌دهد ضریب القاوری لازم، بسیار بیشتر از ضریب القاوری یک القاگر معمولی (در حد میلی هانری) است که در آزمایشگاه از آن استفاده می‌شود. افزون بر این سیم‌های معمولی که بتوانند جریان ۲۰۰A را از خود عبور دهند باید قطر بسیار بزرگی داشته باشند، اندازهٔ یک القاگر ۱۸۰H که از سیم‌های معمولی شاخته شده باشد و بتواند چنین جریانی را تحمل کند باید خیلی بزرگ (به اندازهٔ یک اتاق بزرگ) باشد. با توجه به فناوری‌های موجود این ایده، غیرعملی است و توجیه اقتصادی ندارد.

۱۴- آسان

می‌توان مقاومت رئوستا را کاهش داد تا جریان گذرنده از القاگر افزایش یابد و طبق رابطهٔ $U=\frac{۱}{۲}LI^2$، انرژی ذخیره‌شده در آن زیاد شود.

۱۵- متوسط

آ)

$$L=\frac{\mu_0 AN^2}{l} \Rightarrow L=\frac{۱۲\times۱۰^{-۷}\times۲۰\times۱۰^{-۴}\times(۱۰۰۰)^2}{۱/۲}$$

$$=۲\times۱۰^{-۳}H=۲mH$$

ب)

$$U=\frac{۱}{۲}LI^2 \Rightarrow ۴\times۱۰^{-۳}=\frac{۱}{۲}\times۲\times۱۰^{-۳}I^2 \Rightarrow I^2=۴ \Rightarrow I=۲A$$

۱۶- دشوار

چون انرژی ذخیره شده در القاگر آزاد شده است پس باید جریان گذرنده‌ای از آن کاهش یافته باشد.

$$I_۲=I_۱-۲$$

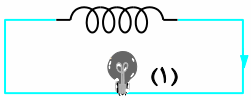
$$U_۲-U_۱=\frac{۱}{۲}L(I_۲^2-I_۱^2) \Rightarrow -۴۰۰\times۱۰^{-۳}$$

$$=\frac{۱}{۲}\times۴۰\times۱۰^{-۳}((I_۱-۲)^2-I_۱^2)$$

$$-۴۰۰=۲۰(I_۱^2+۴-۴I_۱-I_۱^2) \Rightarrow -۲۰=۴-۴I_۱ \Rightarrow I_۱=۶A$$

۱- گزینه «۱» - دشوار

وقتی کلید K وصل است دو سر لامپ (۱) توسط القاگر اتصال کوتاه شده و لامپ (۱) خاموش است ولی لامپ (۲) روشن است. پس از قطع کلید **K** چون جریان عبوری از سیملوله کاهش می‌یابد، بر اثر خودالقاوری سیملوله، سیملوله با این کاهش جریان مخالفت می‌کند و سیملوله جریانی هم‌جهت با جریان اولیهٔ عبوری از آن تولید خواهد کرد که این جریان از مدار بسته‌ای که لامپ (۱) قرار دارد عبور می‌کند، ولی پس از قطع کلید **K** جریان عبوری از مولد صفر می‌شود و بنابراین جریانی از لامپ (۲) نیز عبور نمی‌کند و لذا بلافاصله پس از قطع کلید **K** لامپ (۱) روشن و لامپ (۲) خاموش می‌شود.



۲- گزینه «۴» - آسان

$$B=\frac{\mu_0 N}{l}I \Rightarrow B \propto I$$

پس میدان ۲ برابر می‌شود. ضریب القاوری مستقل از جریانی است که از القاگر می‌گذرد.

۳- گزینه «۳» - متوسط

$$U=\frac{۱}{۲}LI^2 \Rightarrow L=\frac{۲U}{I^2}$$

$$L=\frac{۲\times۰/۰۲۷}{۳^2}=۶\times۱۰^{-۳}H=۶mH$$

۴- گزینه «۱» - آسان

$$U=\frac{۱}{۲}LI^2 \Rightarrow \frac{۱}{۲}(۵\times۱۰^{-۳})(۸\times۱۰^{-۳})^2$$

$$=۱/۶\times۱۰^{-۷}j=۱/۶\times۱۰^{-۴}mj$$

۵- گزینه «۴» - متوسط

$$\frac{U_A}{U_B}=\frac{L_A}{L_B}\times(\frac{I_A}{I_B})^2 \Rightarrow \frac{U_A}{U_B}=(\frac{۲}{۱})(\frac{۲}{۱})^2=۸$$

۶- گزینه «۱» - دشوار

$$U=\frac{۱}{۲}LI^2 \Rightarrow ۰/۴=\frac{۱}{۲}\times۰/۰۵I^2 \Rightarrow I=۴A$$

$$\Rightarrow B=\frac{\mu_0 NI}{L}=\frac{۱۲\times۱۰^{-۷}\times۱۰۰\times۴}{۸\times۱۰^{-۲}}=۶\times۱۰^{-۳}T=۶۰G$$

۷- گزینه «۴» دشوار

چه هنگام وصل کلید و چه هنگام کاهش مقاومت رئوستا، جریان در مدار سمت چپ در حال افزایش بوده و مثل نزدیک شدن سیم‌پیچ سمت چپ به سیم‌پیچ سمت راست عمل می‌کند و شار عبوری از سیم‌پیچ سمت راست افزایش می‌یابد که طبق قانون لنز جریان طوری القا می‌شود (جهت ۲) تا مانع از این افزایش شار شود.

۸- گزینه «۱» آسان

$$L=\frac{\mu_0 AN^2}{B}\Rightarrow L\propto A\ ,\ \frac{1}{\ell}$$

۹- گزینه «۱» متوسط

ضریب القاوری مستقل از جریانی است که از آن می‌گذرد.

$$L=\frac{\mu_0 AN^2}{l}\Rightarrow L=\frac{12/5\times10^{-7}\times(10\times10^{-4})\times(2000)^2}{50\times10^{-2}}$$

$$=10^{-2}=0/01\,H$$

۱۰- گزینه «۳» متوسط

$$\left.\begin{matrix}U=\frac{1}{2}LI^2\\ L=\frac{\mu_0 N^2}{l}A\end{matrix}\right\}\Rightarrow U=\frac{1}{2}\times\frac{\mu_0 N^2 A}{l}\times I^2$$

$$=\frac{1}{2}\times\frac{12/5\times10^{-7}\times(2000)^2\times(10\times10^{-4})}{25\times10^{-2}}\times4$$

$$\Rightarrow U=40\times10^{-3}\,J=40\,mJ$$

۱۱- گزینه «۱» دشوار

اگر سیمی به طول $\mathbf{L}$ را به شکل سیملوله‌ای به شعاع $\mathbf{r}$ درآوریم تعداد حلقه‌های سیملوله از رابطهٔ $N=\frac{L}{2\pi r}$ به دست می‌آید.

$$N=\frac{L}{2\pi r}=\frac{60}{2\pi(0/1)}=\frac{60}{0/2\pi}=\frac{300}{\pi}$$

$$L=\mu_0\frac{N^2A}{l}=4\pi\times10^{-7}\times\frac{(\frac{300}{\pi})^2\times\pi(0/1)^2}{0/5}$$

$$\Rightarrow L=4\pi\times10^{-7}\times\frac{\frac{90000}{\pi^2}\times\pi\times10^{-2}}{\frac{1}{2}}=8\times9\times10^{-5}=72\times10^{-5}\,H$$

$$U=\frac{1}{2}LI^2=\frac{1}{2}\times72\times10^{-5}(10^2)=36\times10^{-3}=3/6\times10^{-2}\,J$$

۱۲- گزینه «۲» آسان

با کاهش جریان الکتریکی عبوری از القاگر، القاگر یک جریان القایی در جهت اصلی در مدار ایجاد می‌کند و این یعنی القاگر مقداری انرژی آزاد می‌کند.

۱۳- گزینه «۴» دشوار

$$L=\frac{\mu_0 N^2 A}{l}\xrightarrow[A=\pi(0/02)^2\ ,\ l=0/1\,m]{N=100}$$

$$L=\frac{4\pi\times10^{-7}\times(100)^2\times\pi\times4\times10^{-4}}{0/1}\Rightarrow L=144\times10^{-6}\,H$$

$$U=\frac{1}{2}LI^2\Rightarrow U=\frac{1}{2}\times144\times10^{-6}\times(10)^2$$

$$\Rightarrow U=72\times10^{-4}\,J\Rightarrow U=7/2\,mJ$$

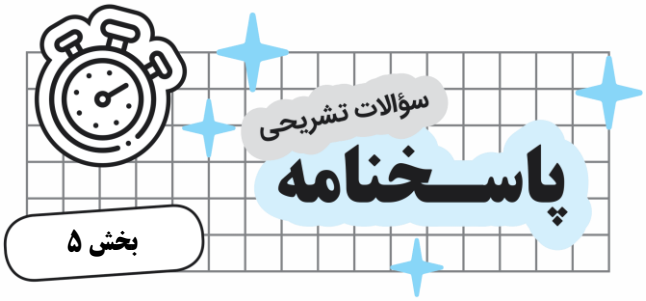
۱۴- گزینه «۲» متوسط

$$\frac{U_A}{U_B}=\frac{\frac{1}{2}L_AI_A^2}{\frac{1}{2}L_BI_B^2}=\frac{\frac{\mu_0 N_A^2 A_A}{\ell_A}}{\frac{\mu_0 N_B^2 A_B}{\ell_B}}=(\frac{N_A}{N_B})^2\times(\frac{\ell_B}{\ell_A})=4\times\frac{1}{2}=2$$

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

۱۵- گزینه «۱» آسان

$$L=\frac{\mu_0 AN^2}{l}=\frac{4\pi\times10^{-7}\times8\times10^{-4}\times10^{+6}}{15/7\times10^{-2}}=64\times10^{-4}\,H=6/4\,mH$$



۱- آسان

آ) نمی‌توان

ب) متناوب

پ) تغییر زاویهٔ θ

ت) ثانیه

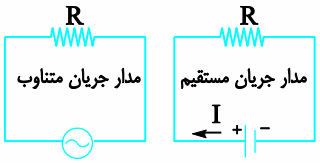
ث) $\frac{t}{T}$

ج) پیچه‌ها ـ آهنربای الکتریکی

۲- آسان

آ) زمان یک دور چرخش کامل پیچه را دوره یا زمان تناوب می‌نامند و با T نمایش می‌دهند.

ب) شکل‌های زیر، دو مدار سادهٔ جریان مستقیم و جریان متناوب را نشان می‌دهند. جهت جریان در مدار جریان مستقیم معیّن است، درحالی که در مدار جریان متناوب، به دلیل تغییر جهت جریان با گذشت زمان، نمی‌توان جهت معینی را برای جریان درنظر گرفت.



۳- متوسط

$T = ۰/۰۱s$

$\phi = \phi_m \cos\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow \phi = ۵۰\times۱۰^{-۳}\cos\frac{۲\pi}{۰/۰۱}t \Rightarrow \phi = ۵\times۱۰^{-۲}\cos۲۰۰\pi t$

۴- متوسط

$\frac{T}{۴} = ۵ \Rightarrow T = ۲۰ms = ۲\times۱۰^{-۲}s, I_m = ۴A$

$I = I_m \sin\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow I = ۴\sin\frac{۲\pi}{۲\times۱۰^{-۲}}t \Rightarrow I = ۴\sin۱۰۰\pi t$

۵- دشوار

آ)

$t_۱ = ۲ms \Rightarrow I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi\times۲\times۱۰^{-۳}$

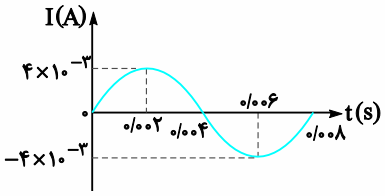
$\Rightarrow I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin\frac{\pi}{۲} = ۴\times۱۰^{-۳}A$

$t_۲ = ۸ms \Rightarrow I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲۵۰\pi\times۸\times۱۰^{-۳}$

$\Rightarrow I = ۴\times۱۰^{-۳}\sin۲\pi = ۰A$

ب)

$۲۵۰\pi = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۲}{۲۵۰} = ۰/۰۰۸s$



۶- دشوار

آ)

$t = \frac{T}{۴} \Rightarrow t = \frac{۰/۰۲}{۴} = ۰/۰۰۵s$

$\varepsilon_m = RI_m \Rightarrow \varepsilon_m = ۵\times۲ = ۱۰v$

ب)

$I = I_m \sin\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow I = ۲\sin\frac{۲\pi}{۰/۰۲}t \Rightarrow I = ۲\sin۱۰۰\pi t$

$t = \frac{۱}{۴۰۰}s \Rightarrow I = ۲\sin(۱۰۰\pi\times\frac{۱}{۴۰۰}) \Rightarrow I = ۲\sin\frac{\pi}{۴} = ۲\times\frac{\sqrt{۲}}{۲} = \sqrt{۲}A$

۷- متوسط

آ)

$I_m = ۴A$

$\varepsilon_m = RI_m \Rightarrow \varepsilon_m = ۱۰\times۴ = ۴۰v$

ب)

$T = ۰/۰۲s$

$I = I_m \sin\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow I = ۴\sin\frac{۲\pi}{۰/۰۲}t \Rightarrow I = ۴\sin۱۰۰\pi t$

۸- متوسط

$\varepsilon_m = ۱۲۰v$

$\varepsilon_m = RI_m \Rightarrow ۱۲۰ = ۲۰I_m \Rightarrow I_m = ۶A$

$T = ۰/۰۲s$

$I = I_m \sin\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow I = ۶\sin\frac{۲\pi}{۰/۰۲}t \Rightarrow I = ۶\sin۱۰۰\pi t$

۹- متوسط

آ)

$\frac{T}{۲} = ۰/۰۲ \Rightarrow T = ۰/۰۴s$

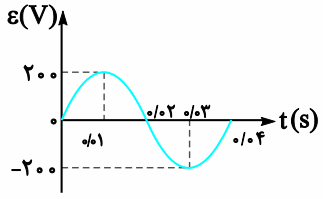
$I_m = ۲۰A$

$I = I_m \sin\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow I = ۲۰\sin\frac{۲\pi}{۰/۰۴}t \Rightarrow I = ۲۰\sin۵۰\pi t$

ب)

$\varepsilon_m = RI_m \Rightarrow \varepsilon_m = ۱۰\times۲۰ = ۲۰۰v$

$\varepsilon = \varepsilon_m \sin\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow \varepsilon = ۲۰۰\sin\frac{۲\pi}{۰/۰۴}t \Rightarrow \varepsilon = ۲۰۰\sin۵۰\pi t$



۱۰- آسان

آ)

$۱۰۰\pi = \frac{۲\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{۱}{۵۰}s$

ب)

$I_m = ۵A$

$U_m = \frac{۱}{۲}LI_m^۲ \Rightarrow U_m = \frac{۱}{۲}\times۰/۲\times۵^۲ = ۲/۵J$

۱۱- دشوار

آ)

$$۲(\frac{T}{۴}) = ۰/۰۰۴ \Rightarrow T = ۰/۰۰۸s$$

$$\phi = \phi_m \cos\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow \phi = ۲\times۱۰^{-۳}\cos\frac{۲\pi}{۰/۰۰۸}t$$

$$\Rightarrow \phi = ۲\times۱۰^{-۳}\cos ۲۵۰\pi t$$

ب)

$$t_۱ = ۱m_s \Rightarrow \phi_۱ = ۲\times۱۰^{-۳}\cos ۲۵۰\pi\times\frac{۱}{۱۰۰۰}$$

$$\Rightarrow \phi_۱ = ۲\times۱۰^{-۳}\times\frac{\sqrt{۲}}{۲} = \sqrt{۲}\times۱۰^{-۳}wb$$

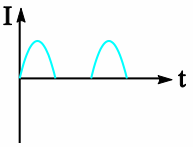
$$t_۲ = ۲ms \Rightarrow \phi_۲ = ۲\times۱۰^{-۳}\cos ۲۵۰\pi\times\frac{۲}{۱۰۰۰} \Rightarrow \phi_۲ = ۰$$

$$|\varepsilon_{av}| = N|\frac{\Delta\phi}{\Delta t}| \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = ۱۰۰|\frac{۰-\sqrt{۲}\times۱۰^{-۳}}{۲\times۱۰^{-۳}-۱\times۱۰^{-۳}}| = ۱۰۰\sqrt{۲}v$$

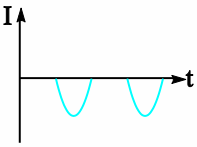
۱۲- متوسط

دیود یکسوکنندهٔ جریان است، بنابراین نمودار تغییرات جریان برحسب زمان هریک از شکل‌های الف یا ب می‌تواند باشد.

آ)



ب)



۱۳- آسان

الف) مبدل‌ها

ب) بالا ـ کم

پ) افزاینده ـ کاهنده

۱۴- متوسط

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{N_۲}{N_۱} \Rightarrow \frac{۱۲}{۲۲۰} = \frac{N_۲}{۷۷۰۰} \Rightarrow N_۲ = ۴۲۰$$

۱۵- متوسط

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{N_۲}{N_۱} \Rightarrow \frac{V_۲}{۲۲۰} = \frac{۹۰۰}{۴۴} \Rightarrow V_۲ = ۴۵۰۰V$$

۱۶- متوسط

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{N_۲}{N_۱} \Rightarrow \frac{۷}{V_۱} = \frac{۱۴۰}{۹۰} \Rightarrow ۴/۵V$$

۱۷- دشوار

توجه: بازده مبدل‌های آرمانی ۱۰۰ درصد است، یعنی توان ورودی با توان خروجی برابر است.

$$\text{مبدل آرمانی} \Rightarrow P_۲ = P_۱ \Rightarrow V_۲I_۲ = V_۱I_۱ \xrightarrow{\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{N_۲}{N_۱}} N_۲I_۲ = N_۱I_۱$$

آ)

$$\frac{۲\pi}{T} = ۱۰۰\pi \Rightarrow T = \frac{۱}{۵۰}S$$

ب)

بیشینه ولتاژ دو سر مقاومت

$$I_m = ۴A, R = ۲\Omega, V_m = RI_m = ۲\times۴ = ۸V$$

بیشینه ولتاژ دو سر مولد

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{N_۲}{N_۱} \Rightarrow \frac{۸}{V_۱} = \frac{۲۰۰۰}{۱۰۰۰} \Rightarrow V_۱ = ۴V$$

پ) $N_۲ > N_۱$ ، بنابراین مبدل افزاینده است.

ت)

$$R = ۲\Omega, I_m = ۴A \Rightarrow P_m = R\times I_m^۲ = ۲\times۴^۲ = ۳۲w$$

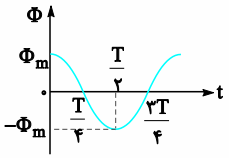
ث)

$$N_۱I_۱ = N_۲I_۲ \Rightarrow ۱۰۰۰\times I_۱ = ۲۰۰۰\times۴ \Rightarrow I_۱ = ۸A$$

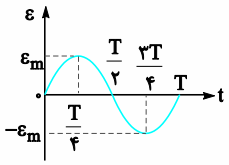
۱- گزینه «۲» متوسط

نمودارهای $(\phi-t)$، $(\varepsilon-t)$ و $(I-t)$ در یک دورهٔ تناوب مطابق شکل‌های زیر هستند.

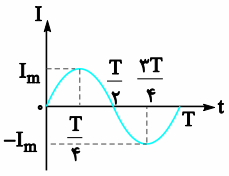
نمودار شار برحسب زمان



نمودار نیروی محرکهٔ القایی برحسب زمان



نمودار جریان القایی برحسب زمان



طبق نمودارهای فوق در لحظه‌ای که ε، بیشینه است، ϕ، صفر است.

۲- گزینه «۳» متوسط

$$\frac{T}{4}=0/01\Rightarrow T=0/04s \quad , \quad I_m=2A$$

$$I=I_m\sin\frac{2\pi}{T}t\Rightarrow I=2\sin\frac{2\pi}{0/04}t\Rightarrow I=2\sin 50\pi t$$

۳- گزینه «۲» متوسط

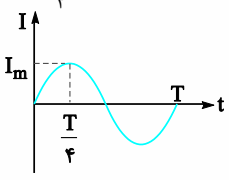
$$I_m=\frac{\varepsilon_m}{R}=\frac{40}{8}=5 \ , \ \frac{T}{2}=\frac{1}{20}\Rightarrow T=\frac{1}{10}s$$

$$I=I_m\sin\frac{2\pi}{T}t \ \Rightarrow \ I=5\sin\frac{2\pi}{\frac{1}{10}}t \ \Rightarrow \ I=5\sin 20\pi t$$

۴- گزینه «۱» آسان

نمودار $I-t$ مطابق شکل است و اولین بار در لحظهٔ $t=\frac{T}{4}$، جریان بیشینه می‌شود.

$$t=\frac{0/04}{4}=0/01s$$



۵- گزینه «۳» آسان

$$I=4\sin 20\pi\times\frac{1}{60}=4\sin\frac{\pi}{3}=2\sqrt{3}A$$

۶- گزینه «۱» متوسط

$$\frac{T}{2}=\frac{\pi}{30} \ \Rightarrow \ T=\frac{\pi}{15}$$

$$I_m=\frac{\varepsilon_m}{R} \ \Rightarrow \ I_m=\frac{20}{5}=4A$$

$$I=I_m\sin\frac{2\pi}{T}t \ \Rightarrow \ I=4\sin\frac{2\pi}{\frac{\pi}{15}}t \ \Rightarrow \ I=4\sin 30t$$

۷- گزینه «۴» دشوار

$$t_1=\frac{1}{200} \ \Rightarrow \ \phi_1=4\times10^{-3}\cos\frac{\pi}{2}=0$$

$$t_2=\frac{1}{100} \ \Rightarrow \ \phi_2=4\times10^{-3}\cos\pi=-4\times10^{-3}$$

$$\varepsilon_{av}=-N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=-60\times\frac{-4\times10^{-3}}{\frac{1}{200}}=48V$$

۸- گزینه «۴» آسان

انرژی ذخیره شده در القاگر (یا سیملوله) از رابطهٔ $U=\frac{1}{2}LI^2$ به‌دست می‌آید.

برای محاسبه بیش‌ترین انرژی ذخیره شده در القاگر باید بیش‌ترین مقدار جریان I_{max} را به‌دست آوریم:

$$I=5\sin(50\pi t)\xrightarrow{\sin(50\pi t)=1}I_{max}=5$$

$$U_{max}=\frac{1}{2}LI_{max}^2\Rightarrow U_{max}=\frac{1}{2}\times0/04\times25=0/5J=500mJ$$

۹- گزینه «۲» متوسط

$$\frac{T}{2}=4\times10^{-2}s\Rightarrow T=8\times10^{-2}s$$

$$\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{8\times10^{-2}}=25\pi\frac{rad}{s}$$

$$\varepsilon_{max}=RI_{max}=10\times2=20v$$

$$\varepsilon=\varepsilon_{max}\sin(\frac{2\pi}{T}t)\Rightarrow\varepsilon=20\sin 25\pi t$$

۱۰- گزینه «۳» آسان

$$\varepsilon=\varepsilon_m\sin\frac{2\pi}{T}t\Rightarrow\varepsilon=6\sin\frac{2\pi}{0/1}t=6\sin 20\pi t$$

۱۱- گزینه «۲» دشوار

$$\phi=\phi_m\cos\frac{2\pi}{T}t\xrightarrow{\phi=\frac{3}{4}\phi_m}\frac{3}{4}\phi_m=\phi_m\cos\frac{2\pi}{T}t$$

$$\Rightarrow \ \cos\frac{2\pi}{T}t=\frac{3}{4} \ \Rightarrow \ \sin\frac{2\pi}{T}t=\sqrt{1-\cos^2\frac{2\pi}{T}t}=\sqrt{1-(\frac{3}{4})^2}=\frac{\sqrt{7}}{4}$$

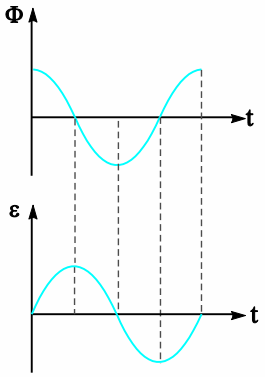
$$I=I_m\sin\frac{2\pi}{T}t \ \Rightarrow \ I=\frac{\sqrt{7}}{4}I_m$$

۱۲- گزینه «۱» دشوار

با چرخش حلقه در جهت نشان داده شده، زاویهٔ θ (زاویهٔ بین میدان مغناطیسی و خط عمود بر حلقه) افزایش یافته و با این افزایش، شار عبوری کاهش می‌یابد. طبق نمودارهای شار مغناطیسی برحسب زمان و نیرو محرکهٔ القایی برحسب زمان که مطابق شکل‌های زیر هستند، با کاهش شار مغناطیسی، نیرو محرکهٔ القایی افزایش می‌یابد.

$$\phi = \phi_m \cos(\frac{2\pi}{T}t)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin(\frac{2\pi}{T}t)$$



در وضعیت نشان داده شده، شار عبوری از قاب در حال کاهش است. با توجه به قانون لنز جهت جریان القایی باید به گونه‌ای باشد که میدان ناشی از آن در جهت میدان مغناطیسی خارجی باشد، به همین دلیل جریان القایی در جهت (۱) است.

۱۳- گزینه «۱» دشوار

$$5(\frac{T}{4}) = \frac{1}{40} \Rightarrow T = \frac{1}{50}s$$

$$I = I_m \sin\frac{2\pi}{T}t \Rightarrow I = 6\sin 100\pi t$$

$$t = \frac{1}{400}s \Rightarrow I = 6\sin\frac{100\pi}{400} \Rightarrow I = 6(\frac{\sqrt{2}}{2}) = 3\sqrt{2}A$$

$$U = \frac{1}{2}LI^2 \Rightarrow 72\times10^{-3} = \frac{1}{2}L\times(3\sqrt{2})^2$$

$$\Rightarrow L = \frac{72\times2\times10^{-3}}{9\times2} = 8\times10^{-3}H = 8mH$$

۱۴- گزینه «۲» آسان

$$I = I_m \sin\frac{2\pi}{T}t \Rightarrow I = 2\sin\frac{2\pi}{0/02}t \Rightarrow I = 2\sin 100\pi t$$

۱۵- گزینه «۴» متوسط

$$I = I_m \sin\frac{2\pi}{T}t \Rightarrow I = 5\sin\frac{2\pi}{\frac{1}{50}}t \Rightarrow I = 5\sin 100\pi t$$

$$t = \frac{3}{400}s \Rightarrow I = 5\sin 100\pi\times\frac{3}{400} \Rightarrow I = 5\sin\frac{3\pi}{4} \Rightarrow I = \frac{5\sqrt{2}}{2}A$$

۱۶- گزینه «۴» متوسط

$$\frac{N_1}{V_1} = \frac{N_2}{V_2} = \frac{50}{240} = \frac{900}{V_2} \Rightarrow V_2 = 4320\,(V)$$

۱۷- گزینه «۲» آسان

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{\frac{1}{20}V_1}{V_1} = \frac{1}{20}$$

۱۸- گزینه «۴» آسان

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{9}{V_1} = \frac{36}{12} \Rightarrow V_1 = 3V$$

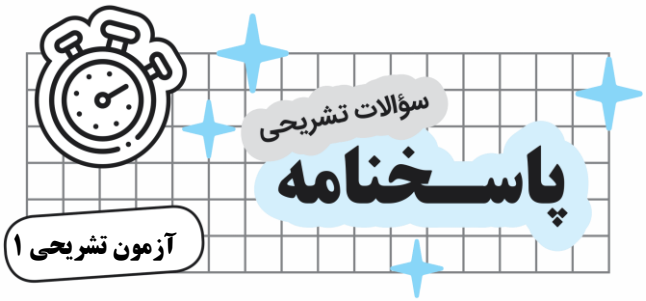
۱۹- گزینه «۳» متوسط

$$P = \frac{V_2^2}{R} \Rightarrow V_2 = \sqrt{P\cdot R} = \sqrt{200\times2} = 20V$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{20}{10} = \frac{40}{N_1} \Rightarrow N_1 = 20$$

۲۰- گزینه «۴» آسان

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{48}{V_1} = \frac{27}{324} \Rightarrow \frac{48}{V_1} = \frac{1}{12} \Rightarrow V_1 = 576\,V$$



۱- آسان

آ) بیشتر

ب) القای الکترو مغناطیسی

پ) ۲۵برابر

۲- متوسط

$$|\varepsilon_{av}| = R|I_{av}| \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 50\times1\times10^{-3} = 0/05\,V$$

$$|\varepsilon_{av}| = N|\frac{\Delta B}{\Delta t}\times A\times\cos 0| \Rightarrow 0/05 = 500|\frac{\Delta B}{\Delta t}|\times25\times10^{-4}\times1$$

$$\Rightarrow |\frac{\Delta B}{\Delta t}| = 0/04\frac{T}{s}$$

۳- متوسط

آ) کاهش ب) القای فاراده پ) موافق

۴- متوسط

آ)

$$A = ۲۰ \times ۴۰ = ۸۰۰ \, cm^۲$$

$$\Phi_۱ = BA\cos\theta_۱ \Rightarrow \Phi = ۲۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۸۰۰ \times ۱۰^{-۴} \times \cos ۳۷$$

$$= ۱/۶ \times ۱۰^{-۳} \, wb$$

ب)

$$\Phi_۲ = BA\cos\theta_۲ \Rightarrow \Phi_۲ = ۲۵۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۸۰۰ \times ۱۰^{-۴} \times \cos ۶۰ = ۱۰^{-۳} \, wb$$

$$\Delta\Phi = \Phi_۲ - \Phi_۱ \Rightarrow \Delta\Phi = ۱۰^{-۳} - ۱/۶ \times ۱۰^{-۳} = -۰/۶ \times ۱۰^{-۳} \, wb$$

۵- دشوار

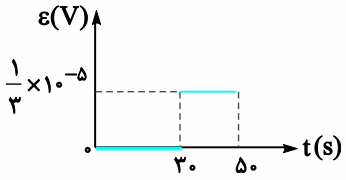
آ)

$$۰s \to ۳۰ \, s \text{ و } \Phi = \text{ثابت} \Rightarrow \Delta\Phi = ۰ \Rightarrow \varepsilon_{av} = ۰$$

$$۳۰ \, s \to ۵۰ \, s \text{ و } \varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{av} = -۱ \times \left(\frac{۰ - ۱۰^{-۴}}{۵۰ - ۲۰}\right)$$

$$= \frac{۱}{۳} \times ۱۰^{-۵} \, V$$

ب)



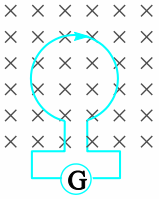
۶- متوسط

آ) در ابتدا برای لحظه‌ای کوتاه نور لامپ زیاد می‌شود و سپس خاموش می‌شود.

ب) با قطع کلید، جریان عبوری از سیملوله (القاگر) تغییر می‌کند و در مدت بسیار کوتاه به صفر می‌رسد. بنابراین در این مدت در دوسر سیملوله نیروی محرکه‌ی خودالقایی بزرگی تولید می‌شود و در نتیجه جریان زیادی هم از لامپ عبور خواهد کرد.

۷- متوسط

با کاهش میدان، شار مغناطیسی عبوری از حلقه کاهش می‌یابد طبق قانون لنز، جهت میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی باید هم‌جهت با میدان اصلی باید، بنابراین جهت جریان مطابق شکل ساعتگرد است.



۸- متوسط

آ) $U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow ۲ = \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{-۲} \times I^۲ \Rightarrow I = ۲۰ \, A$

ب) دور می‌شود، چون میدان مغناطیسی ناشی از جریان القایی و میدان سیملوله هم‌جهت هستند طبق قانون لنز میدان سیملوله و شار مغناطیسی در حال کاهش است بنابراین سیملوله از حلقه دور می‌شود.

۹- متوسط

آ) القای فاراده ب) از a به b

پ) رانشی ت) کاهش

۱۰- متوسط

$$L = \frac{\mu_۰ AN^۲}{l} \Rightarrow ۱۰ \times ۱۰^{-۳} = \frac{۱۲/۵ \times ۱۰^{-۷} \times ۱۰ \times ۱۰^{-۴} \times N^۲}{۰/۵}$$

$$\Rightarrow N^۲ = \frac{۱۰^۸}{۲۵} \Rightarrow N = ۲۰۰۰$$

۱۱- متوسط

میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی هم‌جهت میدان مغناطیسی B است. پس شار مغناطیسی در حال کاهش بوده و میله به سمت چپ حرکت می‌کرده است.

۱۲- متوسط

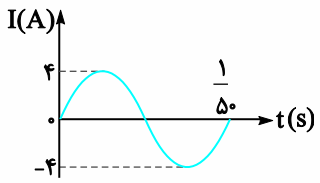
$$T = ۰/۰۴ \, s \, , \Phi_m = ۰/۰۲ \, wb$$

$$\Phi = \Phi_m \cos\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow \Phi = ۰/۰۲ \cos\frac{۲\pi}{۰/۰۴}t \Rightarrow \Phi = ۰/۰۲ \cos ۵۰\pi t$$

۱۳- متوسط

آ) $\frac{۲\pi}{T} = ۱۰۰\pi \Rightarrow T = \frac{۱}{۵۰} \, s$

ب)



پ)

$$I = ۴\sin ۱۰۰\pi\left(\frac{۱}{۶۰۰}\right) \Rightarrow I = ۴\sin\frac{\pi}{۶} \Rightarrow I = ۴ \times \frac{۱}{۲} = ۲ \, A$$

۱۴- متوسط

آ) $V_{m۱} = R_۱ I_m \Rightarrow V_{m۱} = ۴۰ \times ۰/۸ = ۳۲ \, V$

$$\frac{V_{m۲}}{V_{m۱}} = \frac{N_۲}{N_۱} \Rightarrow \frac{V_{m۲}}{۳۲} = \frac{۱۸۰}{۱۲۰} \Rightarrow V_{m۲} = ۴۸ \, V$$

ب) $U_{m۱} = \frac{۱}{۲}LI_{m۱}^۲ \Rightarrow U_{m۱} = \frac{۱}{۲} \times ۰/۰۲ \times (۰/۸)^۲ = ۶/۴ \times ۱۰^{-۳} \, J$

۱- آسان

آ) بیشتری ب) صفر پ) تعداد حلقه‌های

۲- متوسط

$\Phi_1 = BA\cos 0 \Rightarrow \Phi_1 = 0/04 \times 50 \times 10^{-4} \times 1 = 2 \times 10^{-4}\ T$

$\Phi_2 = BA\cos 180 \Rightarrow \Phi_2 = 0/04 \times 50 \times 10^{-4} \times (-1) = -2 \times 10^{-4}\ T$

$|\varepsilon_{av}| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 1000\left|\frac{-2\times10^{-4} - 2\times10^{-4}}{0/01}\right| = 40\ V$

۳- متوسط

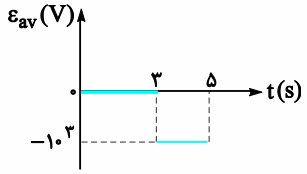
آ)

$0\ s \rightarrow 3\ s \quad \Phi = \text{ثابت} \Rightarrow \Delta\Phi = 0 \Rightarrow \varepsilon_{av} = 0$

$3s \rightarrow 5\ s \quad \varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$\Rightarrow \varepsilon_{av} = -1 \times \left(\frac{0 - (-2\times10^{-3})}{5-3}\right) = -10^{-3}\ V$

ب)



۴- دشوار

$N = \frac{L}{2\pi R} \Rightarrow N = \frac{62/8}{2\times3/14\times0/2} = 50, A = \pi R^2$

$\Rightarrow A = 3/14 \times (0/2)^2 = 0/1256\ m^2$

$\Phi_1 = BA\cos 0 \Rightarrow \Phi_1 = 0/6 \times 0/1256 \times 1 = 7/536 \times 10^{-2}\ wb$

$\Phi_2 = BA\cos 90 \Rightarrow \Phi_2 = 0$

$\varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{av} = -50 \times \frac{(0 - 7/536\times10^{-2})}{0/5} = 7/536\ V$

۵- دشوار

با بستن کلید چون دو مقاومت، موازی هستند، مقاومت معادل در مدار سمت راست کاهش می‌یابد و جریان گذرنده از سیمولهٔ راست زیاد می‌شود لذا شار مغناطیسی که از سیمولهٔ سمت چپ می‌گذرد، زیاد می‌شود. طبق قانون لنز برای مخالفت با این افزایش شار جهت جریان در سیملولهٔ سمت چپ از **B** به **A** خواهد بود. با ثابت شدن جریان، اثر القای الکترومغناطیسی کم شده و نور لامپ کاهش می‌یابد.

آ) **B** به **A** ب) کاهش

۶- متوسط

آ) قطب **N**، با دور شدن آهنربا از حلقه، شار مغناطیسی عبوری از حلقهٔ رسانا کاهش می‌یابد. طبق قانون لنز میدان القایی حلقه در جهتی است که با کاهش شار مغناطیسی مخالفت کند. یعنی میدان القایی با میدان اصلی هم جهت است. (از راست به چپ) بنابراین x، قطب N است.

ب) آهنربا را با سرعت بیشتری دور کنیم.

۷- متوسط

$|\varepsilon_{av}| = |-NA\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\times\cos 0| \Rightarrow 0/24 = |-800\times100\times10^{-4}\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\times1|$

$\Rightarrow |\frac{\Delta B}{\Delta t}| = 0/03\ \frac{T}{S}$

۸- متوسط

آ) جریان حاصل از نیروی محرکهٔ القایی در یک مدار یا پیچه در جهتی است که آثار مغناطیسی ناشی از آن با عامل به وجود آورندهٔ جریان یعنی تغییر شار مغناطیسی مخالفت می‌کند.

ب) (۱): ساعتگرد (۲): پادساعتگرد

۹- متوسط

آ) ضریب القاوری ب) القای متقابل

پ) شار مغناطیسی ت) تبدیل ولتاژ

۱۰- متوسط

$L = \frac{\mu_0 \times A \times N^2}{l} \Rightarrow 10^{-2} = \frac{12\times10^{-7}\times(1000)^2\times A}{0/06}$

$\Rightarrow A = 5\times10^{-4}\ m^2$

۱۱- متوسط

$|\varepsilon_{av}| = B\ell v \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = 0/5\times0/3\times4 = 0/6\ V$

$I = \frac{|\varepsilon_{av}|}{R} \Rightarrow I = \frac{0/6}{6} = 0/1\ A$

۱۲- آسان

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow \frac{11}{220} = \frac{N_2}{8000} \Rightarrow N_2 = 400$

۱۳- متوسط

آ) ۲ آمپر

ب) $\frac{T}{4} = 0/005 \Rightarrow T = 0/02\ s$

پ) $I = I_m \sin\frac{2\pi}{T}t \Rightarrow I = 2\sin\frac{2\pi}{0/02}t \Rightarrow I = 2\sin100\pi t$

ت) $U_m = \frac{1}{2}LI_m^2 \Rightarrow U_m = \frac{1}{2}\times200\times10^{-3}\times2^2 = 0/4\ J$

۱۴- متوسط

آ) $\frac{2\pi}{T} = 100\pi \Rightarrow T = \frac{1}{50}\ s$

ب) $I = 4\sin100\pi(\frac{1}{200}) \Rightarrow I = 4\sin\frac{\pi}{2} = 4\ A$

۱- گزینه «۴» آسان

میدان مغناطیسی متغیر باعث تغییر شار مغناطیسی در سیم‌پیچ شود و جریان القایی در سیم‌پیچ به وجود می‌آید.

۲- گزینه «۳» آسان

$$\phi = BA\cos\theta$$

$$\theta = ۶۰^\circ \Rightarrow \cos\theta = \frac{۱}{۲} \Rightarrow \phi = \frac{۱}{۲}AB$$

۳- گزینه «۱» متوسط

$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = A\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta T}$$

$$\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = (۲۵\times۱۰^{-۴})\times۱\times۴\times۱۰^{-۲} = ۱۰^{-۴}\ \frac{Wb}{s}$$

$$|I_{av}| = \frac{N}{R}\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \Rightarrow R = \frac{N}{|I_{av}|}\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow R = \frac{۴۰۰}{۲\times۱۰^{-۳}}\times۱۰^{-۴} = ۲۰\Omega$$

۴- گزینه «۴» دشوار

شیب نمودار $(\phi - t)$ یعنی $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ در دو بازه زمانی ۱۰s تا ۲۰s و همچنین ۱۰s تا ۱۶s یکسان است.

$$\varepsilon = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = -۱\times\frac{۰-۰/۰۶}{۱۶-۱۰} = ۰/۰۱V$$

$$\varepsilon = ۰/۰۱\times۱۰^{۳}mV = ۱۰mV$$

۵- گزینه «۴» متوسط

$$\phi_۱ = BA\cos۰ \Rightarrow \phi_۱ = ۲۰۰\times۱۰^{-۴}\times۵۰\times۱۰^{-۴}\times۱ = ۱۰^{-۴}wb$$

وقتی پیچه از میدان خارج شود، شار گذرنده از آن صفر می‌شود. پس $\phi_۲ = ۰$

$$|\varepsilon_{av}| = N\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| \Rightarrow |\varepsilon_{av}| = ۱۰۰\left|\frac{۰-۱۰^{-۴}}{۰/۱}\right| = ۰/۱v$$

۶- گزینه «۴» متوسط

$$\left.\begin{aligned} I_{av} &= \frac{\Delta q}{\Delta t} \\ I_{av} &= \frac{\varepsilon_{av}}{R} \\ \varepsilon_{av} &= -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \Delta q = -N\frac{\Delta\Phi}{R}$$

$$\Delta q = -۱\times\frac{۰/۸}{۴} \Rightarrow \Delta q = ۰/۲c \Rightarrow \Delta q = -۰/۲c\ |\Delta q| = ۰/۲c$$

۷- گزینه «۴» متوسط

$$\phi_۱ = ۰/۰۲\cos۵۰\pi(۰/۰۱) \Rightarrow \phi_۱ = ۰/۰۲\cos(\frac{\pi}{۲}) = ۰$$

$$\phi_۲ = ۰/۰۲\cos۵۰\pi(۰/۰۳) \Rightarrow \phi_۲ = ۰/۰۲\cos(\frac{۳\pi}{۲}) = ۰$$

$$\Delta\phi = ۰ \Rightarrow \varepsilon_{av} = ۰$$

۸- گزینه «۳» دشوار

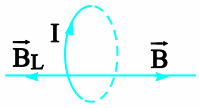
هنگامی که جریان در سیملولهٔ (A) برقرار شود، جهت میدان $\vec{B}$ حاصل از عبور جریان از آن از چپ به راست خواهد بود (قاعدهٔ دست راست) و هنگامی که جریان القایی در مقاومت R' در سیملولهٔ (B) از C به طرف D باشد، جهت میدان القایی $\vec{B}_L$ نیز از چپ به راست می‌شود، چون این دو میدان هم‌جهت‌اند، نتیجه می‌گیریم که شار مغناطیسی عبوری از سیملولهٔ (B) در حال کاهش است و این اتفاق در بین گزینه‌ها فقط در لحظهٔ قطع کلید می‌افتد و سایر گزینه‌ها باعث افزایش شار مغناطیسی می‌شوند.

۹- گزینه «۴» متوسط

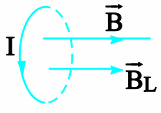
با توجه به جهت جریان در سیملوله، سمت چپ سیملوله قطب **N** و سمت راست آن قطب **S** است یعنی خط میدان **B** حاصل از سیملوله که از هر دو حلقه می‌گذرد از راست به چپ و در حال افزایش است. پس در داخل هر دو حلقه (میدان القایی) از چپ به راست خواهد بود. اگر پشت دست راست رادر هر حلقه در جهت $\vec{B}_L$ قرار دهیم، انگشتان خمیده در هر دو حلقه در جهت (۲) خواهد بود.

۱۰- گزینه «۳» متوسط

هنگام وارد شدن: خط میدان $\vec{B}$ از چپ به راست و شار در حال افزایش است، بنابراین میدان القایی $\vec{B}_L$ خلاف جهت $\vec{B}$ خواهد بود، انگشت شست دست راست را روی $\vec{B}_L$ قرار می‌دهیم. انگشتان خمیده جهت جریان القایی را در رُخی از حلقه که به ما نزدیک‌تر است از پایین به بالا نشان می‌دهد؛ یعنی در جهت (۲).



هنگام خارج شدن: جهت خط میدان $\vec{B}$ تغییر نمی‌کند، ولی چون شار در حال کاهش است $\vec{B}_L$ با آن هم‌جهت می‌شود و این بار وقتی انگشت شست دست راست را روی $\vec{B}_L$ قرار دهیم، انگشتان خمیده جهت جریان القایی را در رُخی از حلقه که نزدیک به ما است از بالا به پایین نشان می‌دهد؛ یعنی جهت (۱).



۱۱- گزینه «۲» آسان

چون مساحت حلقه کاهش می‌یابد، شار مغناطیسی کاهش یافته و طبق قانون لنز برای مخالفت با این کاهش باید جریان ساعتگرد در حلقه ایجاد شود، تا میدان آن هم‌سو با میدان خارجی باشد.

۱۲- گزینه «۱» متوسط

قانون لنز را یک بار برای ورود قطب N آهن‌ربا میله‌ای به درون سیم‌پیچ و بار دیگر هنگام خروج قطب S آن از سیم‌پیچ به کار می‌بریم.

۱۳- گزینه «۱» متوسط

در شکل (آ) میدان مغناطیسی سیم راست در محل حلقه درون‌سو است، چون با دور شدن از سیم اندازهٔ میدان مغناطیسی سیم راست کم می‌شود، با دور شدن حلقه از سیم راست شار مغناطیسی گذرنده از آن کاهش یافته و درنتیجه جریان القایی در حلقه به گونه‌ای خواهد بود که میدان مغناطیسی حاصل از آن درون‌سو باشد. پس در حلقهٔ شکل الف، جهت جریان القایی ساعتگرد است.

در شکل (ب) با کاهش جریان سیم راست، میدان مغناطیسی آن در محل حلقه که برون‌سو است کم می‌شود و شار گذرنده از حلقه کاهش می‌یابد، لذا، جهت جریان القایی در حلقه به گونه‌ای است که میدان مغناطیسی حاصل از آن برون‌سو باشد، پس جهت جریان القایی حلقه در شکل ب پادساعتگرد است.

۱۴- گزینه «۴» متوسط

$$|\varepsilon| = BLV = ۰/۰۵ \times ۰/۴ \times ۲۰ = ۰/۴V$$

وقتی ضلع L به طرف راست حرکت کند، شار مغناطیسی عبوری از قاب افزایش یافته و $\vec{B}_L$ با $\vec{B}$ مخالف جهت یعنی برونسو می‌شود، انگشت شست دست راست را که در جهت $\vec{B}_L$ در داخل قاب قرار دهیم، انگشتان خمیده جهت جریان القایی را در جهت (۲) نشان می‌دهند.

۱۵- گزینه «۴» متوسط

$$\Delta\phi = \Delta BA\cos ۰ \Rightarrow \Delta\phi = -۲۰۰\times ۱۰^{-۴} \times ۶۰۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۱$$
$$\Rightarrow \Delta\phi = -۱۲ \times ۱۰^{-۴} wb$$

$$\varepsilon_{av} = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon_{av} = -۱ \times \left(\frac{-۱۲\times ۱۰^{-۴}}{۱۰^{-۳}}\right) = ۱/۲v$$

چون شار مغناطیسی گذرنده از حلقه کاهش می‌یابد، باید میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی در حلقه درون‌سو باشد پس جهت جریان در حلقه طبق قاعده دست راست، ساعتگرد می‌شود.

۱۶- گزینه «۲» آسان

$$U = \frac{۱}{۲}LI^۲ \Rightarrow L = \frac{۲U}{I^۲} = \frac{۲\times ۲۰۰\times ۱۰^{-۳}}{۱۶} = ۲/۵\times ۱۰^{-۲}H$$

۱۷- گزینه «۳» متوسط

$$B = \mu_۰\frac{N}{L}I \Rightarrow \frac{B_A}{B_B} = \frac{N_A}{N_B}\times\frac{I_A}{I_B}\times\frac{L_B}{L_A} = ۲\times ۱\times\frac{۱}{۲} = ۱$$

$$L = \frac{K\mu_۰N^۲A}{L} \Rightarrow \frac{L_A}{L_B} = (\frac{N_A}{N_B})^۲\times(\frac{A_A}{A_B})\times\frac{L_B}{L_A} = ۲^۲\times ۱\times\frac{۱}{۲} = ۲$$

۱۸- گزینه «۳» دشوار

گام اول: زمان داده شده روی نمودار برابر $\frac{۵T}{۴}$ است. پس **T** برابر است با:

$$\frac{۵T}{۴} = \frac{۱}{۳۲۰} \Rightarrow T = \frac{۱}{۴۰۰}s$$

گام دوم: معادله جریان متناوب را با استفاده از $I = I_m\sin(\frac{۲\pi}{T}t)$ می‌نویسیم:

$$I = ۵\sqrt{۲}\sin(\frac{۲\pi}{T}t) = ۵\sqrt{۲}\sin(۸۰۰\pi t)$$

گام سوم: در معادله به جای **t**، لحظه $\frac{۱}{۳۲۰۰}s$ را قرار می‌دهیم:

$$I = ۵\sqrt{۲}\sin(۸۰۰\pi t) \xrightarrow{t=\frac{۱}{۳۲۰۰}s} I = ۵\sqrt{۲}\sin(۸۰۰\pi\times\frac{۱}{۳۲۰۰})$$

$$\Rightarrow I = ۵\sqrt{۲}\sin(\frac{\pi}{۴}) = ۵\sqrt{۲}\times\frac{\sqrt{۲}}{۲} = ۵A$$

۱۹- گزینه «۲» متوسط

$$\frac{T}{۴} = \frac{۱}{۱۰۰} \Rightarrow T = \frac{۱}{۲۵}S, I_m = ۲A$$

$$I = I_m\sin\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow I = ۲\sin\frac{۲\pi}{\frac{۱}{۲۵}}t \Rightarrow I = ۲\sin ۵۰\pi t$$

۲۰- گزینه «۳» دشوار

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{N_۲}{N_۱} \Rightarrow \frac{V_۲}{۲۲۰} = \frac{۲۰}{۱۰۰} \Rightarrow V_۲ = ۴۴V$$

$$V_۲ = RI_{max} \Rightarrow ۴۴ = ۲۲I_{max} \Rightarrow I_{max} = ۲A \ , \ \frac{۲\pi}{T} = ۵۰\pi$$

$$I = I_{max}\sin(\frac{۲\pi}{T}t) = ۲\sin ۵۰\pi t \Rightarrow I = ۲\sin ۵۰\pi t$$

۱- گزینه «۱»

در وضعیت (۱) هنگام ورود حلقه به میدان مغناطیسی، شار گذرنده از آن افزایش می‌یابد و طبق قانون لنز و قاعدهٔ دست راست جریان I_1 باید پادساعتگرد باشد.

در موقعیت (۲) هیچ تغییری در شار مغناطیسی ایجاد نشده و بنابراین جریان القایی I_2 برابر صفر است. در موقعیت (۳) حلقه در حال خروج از میدان بوده و شار مغناطیسی کاهش می‌یابد، طبق قانون لنز و قاعدهٔ دست راست جریان القایی I_3 ساعت‌گرد بوده تا میدان درون‌سوی ناشی از آن این کاهش را جبران کند.

۲- گزینه «۱»

شار مغناطیسی گذرنده از سیم‌لوله سمت راست در حال کاهش و در سیم‌لوله سمت چپ در حال افزایش است. جهت میدان $\vec{B}$ آهنربا در هر دو سیم‌لوله از راست به چپ است. طبق قانون لنز میدان القایی در سیم‌لوله سمت راست به طرف چپ و در سیم‌لوله سمت چپ به طرف راست ایجاد می‌شود. قاعدهٔ دست راست را به‌کار می‌بریم، جهت جریان در سیم‌لوله سمت راست از **D** به **C** و در سیم‌لوله سمت چپ از **A** به **B** تعیین می‌شود.

۳- گزینه «۲»

جهت میدان مغناطیسی $(\vec{B})$ حاصل از عبور جریان در سیم‌لوله سمت چپ با توجه به جهت جریان در آن و به کار بردن قاعدهٔ دست راست، از راست به چپ است. وقتی لغزندهٔ رئوستا ثابت است، جریانی در مقاومت R القا نمی‌شود $(I_1 = 0)$. با حرکت لغزنده به سمت چپ، مقاومت رئوستا کم و جریان گذرنده از سیملوله چپ افزایش می‌یابد و شار گذرنده از سیملولهٔ راست زیاد می‌شود.

و میدان $(\vec{B}_L)$ در سیملولهٔ راست برای مخالفت با افزایش شار، مخالف میدان $(\vec{B})$ یعنی از چپ به راست ایجاد می‌شود. انگشت شست دست راست را در جهت $(\vec{B}_L)$ قرار می‌دهیم، انگشتان خمیده جهت جریان القایی در سیم‌لوله سمت راست را نشان می‌دهد که در مقاومت **R** از **M** به **N** است.

۴- گزینه «۱»

انگشتان دست راست، جهت میدان القایی در سیم‌پیچ را از چپ به راست و مخالف خط میدان آهن‌ربای میله‌ای نشان می‌دهد؛ یعنی شار در سیم‌پیچ در حال افزایش است، بنابراین آهن‌ربا و سیم‌پیچ به هم نزدیک می‌شوند.

۵- گزینه «۱»

نمودار $\varepsilon - t$ را در بازه زمانی ۰s تا ۰/۱s بررسی می‌کنیم.

$$\left.\begin{array}{l} \varepsilon = -N\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} \xrightarrow{N=1} \varepsilon = -\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} \\ \Delta\phi = A\Delta B\cos\theta \xrightarrow[\cos\theta=1]{\theta=0} \Delta\Phi = A\Delta B \end{array}\right\} \Rightarrow \varepsilon = -A\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\xrightarrow[\pi=3]{A=\pi\times10^{2}\times10^{-4}} \varepsilon = -3\times10^{-2}\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \varepsilon = -3\times10^{-2}\times\frac{0.5-0}{0.1-0} = -0.15\,v$$

که فقط گزینهٔ ۱ این مورد را نشان می‌دهد.

۶- گزینه «۲»

با توجه به شیب نمودار در هر ۱۰ ms به اندازه ۰/۲ تسلا از اندازه میدان کم می‌شود پس در ۳۰ ms میدان ۰/۲ تسلا می‌شود.

$$|\varepsilon_{av}| = \frac{NA\cos\theta\,|B_2 - B_1|}{\Delta t} = \frac{500\times40\times10^{-4}\times1\times0.6}{30\times10^{-3}} = 40\,V$$

۷- گزینه «۴»

$$B = \sqrt{(0.3)^2 + (0.4)^2} = 0.5\,T$$

مؤلفهٔ $\vec{B}_x = 0.3\vec{i}$ موازی سطح حلقه بوده و شاری از حلقه نمی‌گذارند، اما مؤلفهٔ $\vec{B}_y = 0.4\vec{J}$ عمود بر سطح حلقه بوده و شار گذرنده از آن در حلقه برابر است با:

$$\phi = B_y \times A \times \cos0 = 0.4(200\times10^{-4}) = 8\times10^{-3}\,Wb$$

۸- گزینه «۴»

مؤلفهٔ $\vec{j}$ میدان مغناطیسی شاری از حلقه عبور نمی‌دهد و چون مؤلفهٔ $\vec{i}$ میدان مغناطیسی، عمود بر سطح حلقه است $\theta = 0$ درنظر می‌گیریم.

$$\phi = B_x A\cos0 \Rightarrow \Phi = 0.05\times(20\times20)\times10^{-4}\times1 = 2\times10^{-3}\,wb$$

۹- گزینه «۱»

$$|\varepsilon_{av}| = Blv \;\Rightarrow\; 0.15 = 0.12\times0.25\times v \;\Rightarrow\; v = 5\frac{m}{s}$$

چون شار مغناطیسی در حال کاهش است باید میدان مغناطیسی حاصل از جریان القایی برون‌سو باشد بنابراین طبق قاعدهٔ دست راست، باید جهت جریان در حلقه پادساعتگرد باشد پس در سیم از **N** به **M** است.

۱۰- گزینه «۳»

$$\Phi_1 = 0$$

$$\Phi_2 = BA\cos\theta = 0.5(40\times30\times10^{-4})\times1 = 0.06\,wb$$

$$\varepsilon_{av} = -N\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t},\ \Delta t = \frac{\Delta x}{V} = \frac{30\times10^{-2}}{3} = 0.1\,s$$

$$|\varepsilon_{av}| = 20\times\frac{0.06}{0.1} = 12\,V$$

۱۱- گزینه «۱»

طول سیم در واقع محیط حلقه‌ای است که توسط سیم ایجاد شده است.

$$L = ۲\pi r = ۲\times ۳\times ۲ = ۱۲cm = ۱۲\times ۱۰^{-۲}m$$

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{۱/۷\times ۱۰^{-۸}\times ۱۲\times ۱۰^{-۲}}{\pi\times(۲\times ۱۰^{-۳})^{۲}} = ۱/۷\times ۱۰^{-۴}\Omega$$

$$\varepsilon = RI = ۱/۷\times ۱۰^{-۴}\times ۰/۲ = ۳/۴\times ۱۰^{-۵}v$$

$$|\varepsilon| = |-NA\cos\theta\frac{\Delta B}{\Delta t}|$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{\varepsilon}{NA\cos\theta} = \frac{۳/۴\times ۱۰^{-۵}}{۱\times\pi\times(۲\times ۱۰^{-۲})^{۲}\times ۱} \simeq ۰/۰۲۸\frac{T}{S}$$

۱۲- گزینه «۱»

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{۱۲}{۵+۱} = ۲A$$

$$U = \frac{۱}{۲}LI^{۲} = \frac{۱}{۲}\times ۰/۸\times ۲^{۲} = ۱/۶J$$

۱۳- گزینه «۱»

مقاومت‌های ۳Ω، ۴Ω و ۵Ω اتصال کوتاه می‌شوند. (به‌دلیل موازی بودن)

$$R_{eq} = ۲+۲ \Rightarrow R_{eq} = ۴\Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{۴۵}{۵} = ۹A$$

$$U = \frac{۱}{۲}LI^{۲} = \frac{۱}{۲}\times ۰/۲\times ۸۱ = ۸/۱J$$

۱۴- گزینه «۲»

$$A = \pi R^{۲} \Rightarrow ۴\pi\times ۱۰^{-۴} = \pi R^{۲} \Rightarrow R = ۲\times ۱۰^{-۲}m$$

محیط هر حلقه $= ۲\pi R = ۲\pi\times ۲\times ۱۰^{-۲} = ۴\pi\times ۱۰^{-۲}\ m$

دور $N = \frac{L}{۲\pi R} = \frac{۱}{۴\pi\times ۱۰^{-۲}} = \frac{۲۵}{\pi}$

اگر D قطر مقطع سیم باشد:

طول سیملوله $\ell = ND = \frac{۲۵}{\pi}\times ۲\times ۱۰^{-۳} = \frac{۵}{\pi}\times ۱۰^{-۲}m$

$$L = \frac{k\mu_{۰}N^{۲}A}{\ell} \Rightarrow L = \frac{۱\times ۴\pi\times ۱۰^{-۷}\times(\frac{۲۵}{\pi})^{۲}\times ۴\pi\times ۱۰^{-۴}}{\frac{۵}{\pi}\times ۱۰^{-۲}}$$

$$\Rightarrow L = ۲\pi\times ۱۰^{-۶}(H)$$

۱۵- گزینه «۳»

$$U = \frac{۱}{۲}CV^{۲}$$

$$۱۰۰۰ = \frac{۱}{۲}\times ۲۰V_{۲}^{۲} \Rightarrow V_{۲} = ۱۰V$$

$$\frac{V_{۲}}{V_{۱}} = \frac{N_{۲}}{N_{۱}} \Rightarrow \frac{۱۰}{V_{۱}} = \frac{۱۰۰}{۵۰} \Rightarrow v_{۱} = ۵V$$

۱۶- گزینه «۳»

$$I = \frac{V}{R} = \frac{۱۰۰\sqrt{۲}\sin ۱۰۰\pi t}{۵۰} = ۲\sqrt{۲}\sin ۱۰۰\pi t$$

$$\frac{۲\pi}{T} = ۱۰۰\pi \Rightarrow T = \frac{۱}{۵۰}s \Rightarrow t = \frac{T}{۱۲} = \frac{۱}{۶۰۰}s$$

$$I = ۲\sqrt{۲}\sin ۱۰۰\pi\times\frac{۱}{۶۰۰} = \sqrt{۲}A$$

۱۷- گزینه «۲»

ابتدا جریان $I_{۱}$ را که بین دو نقطهٔ A و B برقرار است را به‌دست می‌آوریم:

$$V_B - ۳I_{۱} - ۱۲ - ۲I_{۱} = V_A$$

$$V_B - V_A = ۵I_{۱} + ۱۲ \Rightarrow ۲ = ۵I_{۱} + ۱۲ \Rightarrow I_{۱} = -۲A$$

اندازهٔ شدت جریان I برابر ۲A است، اما چون جواب منفی به‌دست آمده، نتیجه می‌گیریم که در انتخاب جهت جریان اشتباه کرده‌ایم، بنابراین $I_{۱}$ مانند $I_{۲}$ به گره نزدیک می‌شود و جریانی که از القاگر می‌گذرد، برابر می‌شود با:

$$I = I_{۱} + I_{۲} = ۲+۳ = ۵A$$

$$U = \frac{۱}{۲}LI^{۲} = \frac{۱}{۲}\times ۰/۰۴\times ۵^{۲} = ۰/۵J$$

۱۸- گزینه «۲»

$$I = ۳\times ۱۰^{-۱}\sin ۱۲۰\pi t \Rightarrow \frac{۲\pi}{T} = ۱۲۰\pi$$

$$\phi = \phi_m\cos\frac{۲\pi}{T}t \Rightarrow \phi = \phi_m\cos ۱۲۰\pi t$$

اگر بخواهیم ϕ برابر ϕ_m باشد باید $|\cos ۱۲۰\pi t| = ۱$ باشد یعنی

$$۱۲۰\pi t = k\pi, k = ۰,۱,۲,... \Rightarrow t = ۰,\frac{۱}{۱۲۰},\frac{۱}{۶۰},\frac{۱}{۴۰},...$$

۱۹- گزینه «۲»

$$۳\frac{T}{۴} = ۶ \Rightarrow T = ۸ms$$

$$I = I_{max}\sin(\frac{۲\pi}{T}t) \Rightarrow I = ۲\sin(\frac{۲\pi}{۸\times ۱۰^{-۳}}t)$$

$$t = ۶ms \text{ در } I = ۲\sin(\frac{۲\pi}{۰/۰۰۸}\times ۰/۰۰۶) = ۲\sin(\frac{۳\pi}{۲}) = -۲A$$

$$\Rightarrow |I| = ۲A$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R} \Rightarrow ۲ = \frac{\varepsilon}{۲} \Rightarrow \varepsilon = ۴V$$

جریان در لحظهٔ $t = \frac{T}{۴} = \frac{۸}{۴} = ۲ms$ برای اولین بار به مقدار بیشینه می‌رسد.

۲۰- گزینه «۳»

$$\varepsilon = RI \Rightarrow \varepsilon = ۰/۲\times ۰/۵ = ۰/۱v$$

$$\varepsilon = Blv \Rightarrow ۰/۱ = ۰/۱\times ۰/۲۵v \Rightarrow v = ۴\frac{m}{s}$$