Subject:
Year. Month. Date. ( )

جواب سوال ۱

الف) $i = (\lambda x)^2 \longrightarrow W_f = \int (\lambda x)^2 d\lambda = \frac{1}{3}\lambda^3 x^2$

$$f = \frac{-\partial W_f}{\partial x}\Big|_{\lambda = Cons} = \frac{-2}{3}\lambda^3 x$$

$$\begin{cases}\lambda = 2 \\ x = 0/5\end{cases} \longrightarrow f = \frac{-2}{3} \times 8 \times 0/5 = \frac{-8}{3} N$$

ب) $\lambda = i^{\frac{1}{2}} x^{-1} \longrightarrow W_f' = \int (i^{\frac{1}{2}} x^{-1}) di = \frac{2}{3} i^{\frac{3}{2}} x^{-1}$

$$F = \frac{-\partial W_f'}{\partial x}\Big|_{i = Cons} = \frac{-2}{3} i^{\frac{3}{2}} x^{-2}$$

$$\begin{cases} i = 1 \\ x = 0/5\end{cases} \longrightarrow f = \frac{-2}{3} \times 1 \times \frac{1}{0/25} = \frac{-8}{3} N$$

ج) $f = \frac{-2}{3}\lambda^3 x$

$$\left|\begin{matrix} x \\ \lambda\end{matrix}\right. : \left|\begin{matrix} 0/5 \\ 1\end{matrix}\right. \longrightarrow \left|\begin{matrix} 0/25 \\ 1\end{matrix}\right.$$

$$\Delta W_m = \int_{x_1}^{x_2} f \cdot dx = \int_{0/5}^{0/25} -\frac{2}{3}\lambda^3 x\, dx = \frac{-1}{3}\lambda^3 x^2\Big|_{0/5}^{0/25} = \frac{1}{3}\lambda^3\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\lambda = 2 \longrightarrow \Delta W_m = \frac{1}{3} \times 8 \times \left(\frac{3}{16}\right) = 0/5 J$$

د) $f = \frac{-2}{3} i^{\frac{3}{2}} x^{-2}$ $\quad \left|\begin{matrix} x \\ i\end{matrix}\right. : \left|\begin{matrix} 0/5 \\ 1\end{matrix}\right. \longrightarrow \left|\begin{matrix} 0/25 \\ 1\end{matrix}\right.$

$$\Delta W_m = \int_{x_1}^{x_2} F \cdot dx = \int_{0/5}^{0/25} \frac{-2}{3} i^{\frac{3}{2}} x^{-2} dx = \frac{2}{3} i^{\frac{3}{2}} x^{-1}\Big|_{0/5}^{0/25} = \frac{2}{3} i^{\frac{3}{2}}\left(\frac{1}{0/25} - \frac{1}{0/5}\right)$$

Rashen-s

$$i = 1 \longrightarrow \Delta W_m = \frac{2}{3} \times 1 \times (4-2) = \frac{4}{3}\ J$$

ه)

$$\begin{cases} \lambda_1 = 2 \\ i_1 = 1 \end{cases} \longrightarrow \lambda_1 i_1 = 2 = \lambda i \longrightarrow \lambda = \frac{2}{i}$$

$$i = (\lambda x)^2 = \left(\frac{2}{i} x\right)^2 \longrightarrow i^3 = 4x^2 \longrightarrow i = 4^{\frac{1}{3}} x^{\frac{2}{3}}$$

$$f = \frac{-2}{3} i^{\frac{3}{2}} x^{-2} = \frac{-2}{3} \times (2x) \times x^{-2} = \frac{-4}{3} x^{-1}$$

$$\Delta W_m = \int_{x_1}^{x_2} f \cdot dx = \frac{-4}{3} \ln x \Big|_{0.5}^{0.25} = \frac{4}{3} (\ln 0.5 - \ln 0.25) = \frac{4}{3} \ln 2\ J$$

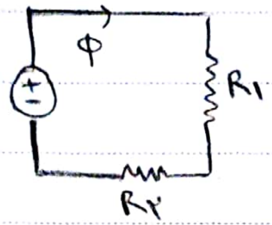
البته با استفاده از رابطه انرژی هم می‌توان به جواب رسید

$$\lambda i = 2 ,\ i = (\lambda x)^2 \longrightarrow \lambda = 2^{\frac{1}{3}} x^{\frac{-2}{3}}$$

$$\longrightarrow f = \frac{-2}{3} \times 2 \times x^{-2} \times x \longrightarrow \frac{-4}{3} x^{-1}$$

$$\Delta W_m = \int_{x_1}^{x_2} f \cdot dx = \frac{-4}{3} \ln x \Big|_{0.5}^{0.25} = \frac{4}{3} \ln 2$$

جواب سؤال ۲۱) : به دلیل این که سیم پیچ با منبع ولتاژ تحریک شده است استفاده از روش انرژی مناسب تر است



$$R_1 = \frac{y}{\mu_0 d(d-x)} \qquad R_2 = \frac{x}{\mu_0 d(d-y)}$$

$$W_{fld} = \frac{1}{2} R\phi^2 = \frac{1}{2}(R_1+R_2)\phi^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{y}{\mu_0 d(d-x)} + \frac{x}{\mu_0 d(d-y)}\right)\phi^2$$

$$f_x = -\frac{\partial W_{fld}}{\partial x}\Big|_{\phi=cte} = \frac{-1}{2\mu_0 d}\left(\frac{y}{(d-x)^2} + \frac{1}{(d-y)}\right)\phi^2$$

$$f_x\Big|_{x=y=\frac{d}{2}} = \frac{-1}{2} \times \frac{1}{\mu_0 d}\left(\frac{\frac{d}{2}}{(d-\frac{d}{2})^2} + \frac{1}{(d-\frac{d}{2})}\right)\phi^2 = -2\,\frac{1}{\mu_0 d^2}\phi^2$$

$$F_y = \frac{-\partial W_{fld}}{\partial y}\Big|_{\phi=cte} = \frac{-\partial}{\partial y}\left(\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\mu_0 d(d-x)} + \frac{x}{\mu_0 d(d-y)}\right)\phi^2\right)$$

$$F_y\Big|_{x=y=\frac{d}{2}} = -2\,\frac{1}{\mu_0 d^2}\phi^2$$

حال کافی است که ϕ را به دست آوریم و در رابطه جایگذاری کنیم

$$\bullet\ V_{rms} = E_{rms} = \sqrt{2}\,\pi f N \phi_{max} \longrightarrow \phi_{max} = \frac{\sqrt{2}\,V_{rms}}{\omega N}$$

$$\phi_{rms} = \frac{\phi_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{V_{rms}}{\omega N} = \frac{V_e}{\omega N}$$

$$f_{x-ave}\Big|_{x=y=\frac{d}{2}} = \frac{-2V_e^2}{\mu_0 d^2 \omega^2 N^2}, \quad f_{y-ave}\Big|_{x=y=\frac{d}{2}} = \frac{-2V_e^2}{\mu_0 d^2 \omega^2 N^2}$$

$$|f_{net}| = \sqrt{|\vec{f}_x|^2 + |\vec{f}_y|^2} = \sqrt{2}\,|\vec{f}_x| = \sqrt{2}\,\frac{2V_e^2}{\mu_0 d^2 \omega^2 N^2}$$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

جواب سؤال ۳

الف) $R=\frac{x}{\mu_0 dW}$ $\qquad R_{th}=(R\|R)+\frac{R}{2}=R$

$$L=\frac{N^2}{R_{th}}=\frac{N^2}{R}=\frac{N^2\mu_0 dW}{x}\longrightarrow\frac{dL}{dx}=\frac{-N^2\mu_0 dW}{x^2}$$

$$F=\frac{1}{2}\frac{dL}{dx}i^2=\frac{1}{2}\left(-\frac{N^2\mu_0 dW}{x^2}\right)i^2=\frac{-1}{2}\,\frac{10^4\times4\times3\times10^{-7}\times20\times10^{-4}}{10^{-6}}\times4$$

$F=-48\,N$

ب) مشابه قسمت قبل $\qquad \frac{dL}{dx}=-24$

$$f(t)=\frac{1}{2}\frac{dL}{dx}i^2(t)=\frac{1}{2}(-24)(4\sin^2 100\pi t)=-48\sin^2 100\pi t$$

$$=-48\left(\frac{1-\cos 200\pi t}{2}\right)=-24+24\cos 200\pi t\longrightarrow f_{av}=-24\,N$$

ج) مسلما نقطه تعادل نقطه‌ای است که مجموع نیروهای وارد بر ~~متحرک~~ بر عضو متحرک صفر شود

$$\frac{1}{2}\frac{N^2\mu_0 dW}{x^2}\times i^2=mg\longrightarrow\frac{1}{2}\times\frac{10^4\times12\times10^{-7}\times20\times10^{-4}}{x^2}\times4=12\longrightarrow x^2=4\times10^{-6}$$

$\boxed{x=2mm}$

د) $I_{rms}^2=\frac{V_{rms}^2}{r^2+L\omega^2}$ $\qquad L=\frac{N^2\mu_0 dW}{x}=\frac{10^4\times12\times10^{-7}\times20\times10^{-4}}{10^{-3}}=24\times10^{-3}$

$w=100\pi\xrightarrow{\text{assume }\pi=3}w=300\longrightarrow Lw=24\times10^{-3}\times300=7.2$, $V_{rms}=\frac{18}{\sqrt{2}}$

$I_{rms}^2=\frac{18\times18\times\frac{1}{2}}{3.6^2+7.2^2}=2.5$, $\qquad F_{av}=\frac{1}{2}\frac{dL}{dx}I_{rms}^2=\frac{1}{2}(-24)(2.5)=-30\,N$

Subject :
Year . Month . Date . ( )

ه) $\phi_{rms} = \dfrac{V_{rms}}{NW} = \dfrac{۱۸/\sqrt{۲}}{۱۰۰\times۲۰۰}$

$R_{th} = \dfrac{x}{\mu_0 dW} \longrightarrow \dfrac{dR_{th}}{dx} = \dfrac{۱}{\mu_0 dW} = \dfrac{۱}{۱۲\times۱۰^{-۷}\times۲۰\times۱۰^{-۴}}$

$F_{\omega} = \dfrac{-۱}{۲}\dfrac{dR_{th}}{dx}\phi^{۲}_{rms} = \dfrac{-۱}{۲}\times\dfrac{۱}{۱۲\times۱۰^{-۷}\times۲۰\times۱۰^{-۴}}\times\dfrac{۱۸\times۱۸\times۰/۵}{۹\times۱۰^{۸}} = -۳۷/۵\,N$

ه) $I = \dfrac{۱۸}{۳/۶} = ۵A$

$f = \dfrac{۱}{۲}\dfrac{dL}{dx}I^{۲} = \dfrac{۱}{۲}(-۲۴)(۲۵) = -۳۰۰N$

جواب سوال ۴

$dW_f = ۳i^{۲}\sin\theta\, di$

$dW_f = i\,d\lambda \longrightarrow ۳i^{۲}\sin\theta\, di = i\,d\lambda \longrightarrow ۳i\sin\theta\, di = d\lambda$

با انتگرال گیری از رابطه بالا داریم

$\dfrac{۳}{۲}i^{۲}\sin\theta = \lambda \longrightarrow i = \lambda^{\frac{۱}{۲}}\sqrt{\dfrac{۲}{۳}}(\sin\theta)^{\frac{-۱}{۲}}$

$W_f = \lambda^{\frac{۳}{۲}}\left(\dfrac{۲}{۳}\right)^{\frac{۳}{۲}}[\sin\theta]^{\frac{-۱}{۲}} = \left(\dfrac{۲\lambda}{۳}\right)^{\frac{۳}{۲}}[\sin\theta]^{\frac{-۱}{۲}}$

$T = \dfrac{-\partial W_f}{\partial\theta}\Big|_{\lambda=Cons} = -\left(\dfrac{۲\lambda}{۳}\right)^{\frac{۳}{۲}}\times\dfrac{-۱}{۲}\cos\theta[\sin\theta]^{\frac{-۳}{۲}}$

$T = \dfrac{۱}{۲}\left(\dfrac{۲\lambda}{۳}\right)^{\frac{۳}{۲}}\dfrac{\cot\theta}{\sqrt{\sin\theta}}$

جواب ۵

$$V_s = r_s i_s + \frac{d\lambda_s}{dt} = r_s i_s + L_{ss}\frac{di_s}{dt} + M_{sr}\frac{di_r}{dt}$$

$$V_r = r_r i_r + \frac{d\lambda_r}{dt} = r_r i_r + L_{rr}\frac{di_r}{dt} + M_{sr}\frac{di_s}{dt}$$

$$V_s = 2.5\, i_s + 0.03\frac{di_s}{dt} + (0.06\cos\theta_r)\frac{di_r}{dt} \xrightarrow{\theta_r=90^\circ} 30 = 2.5\, i_s + 0.03\frac{di_s}{dt}$$

$$V_r = 3\, i_r + 0.12\frac{di_r}{dt} + (0.06\cos\theta_r)\frac{di_s}{dt} \xrightarrow{\theta_r=90^\circ} 30 = 3\, i_r + 0.12\frac{di_r}{dt}$$

با حل این دو معادله دیفرانسیل مرتبه اول i_r و i_s را به دست می‌آید $(i_s(0)=i_r(0)=0)$

$$i_s = 12(1-e^{-83.3t}) \qquad i_r = 10(1-e^{-25t})$$

ب) $T = \frac{1}{2} i_s^2 \frac{dL_{ss}}{dt} + \frac{1}{2} i_r^2 \frac{dL_{rr}}{d\theta} + i_s i_r \frac{dL_{sr}}{d\theta}$

و چون L_{ss} و L_{rr} اعداد ثابت هستند، بنابراین

$$T = i_s i_r \frac{dL_{sr}}{dt} = 12(1-e^{-83.3t})(1-e^{-25t}) \times \frac{d}{d\theta}(0.06\cos\theta) \xrightarrow{\theta_r=90^\circ}$$

$$T = -7.2(1-e^{-83.3t})(1-e^{-25t}) = -7.2(1-e^{-25t} - e^{-83.3t} + e^{-108.3t})$$

Subject :
Year . Month . Date . ( )

دوادسـ ۶۱

$$W_f = \frac{1}{2}(i\sin\theta)^2 = \frac{1}{2} i^2 \sin^2\theta$$

با مقایسه رابطه فوق با رابطه $W_f = W_f' = \frac{1}{2} L I^2$ متوجه میشویم

$$L = \sin^2\theta \longrightarrow T = \frac{1}{2}\frac{dL}{d\theta} i^2 = \frac{1}{2}(2\sin\theta\cos\theta) i^2 = \frac{1}{2}\sin 2\theta \, i^2$$

$$T = \frac{1}{2}(\sin 2\theta)(I_m^2 \cos^2 w_s t) = \frac{1}{4} I_m^2 (1+\cos 2 w_s t)(\sin 2\theta)$$

$$T = \frac{1}{4} I_m^2 \sin 2\theta + \frac{1}{8} I_m^2 \sin(2\theta - 2w_s t) + \frac{1}{8} I_m^2 \sin(2\theta + 2w_s t). \quad (I)$$

$\theta = w_m t + \delta$

بنابراین ماشین در سرعت های $\pm w_s$ و صفر قادر به تولید گشتاور متوسط متناظر صفر است

ب) گشتاور حالت سکون یعنی $w_m = 0$ و $\theta = w_m t + \delta = \delta$ با جاگذاری در رابطه (I)

$$T_{av} = \frac{1}{4} I_m^2 \sin 2\delta \longrightarrow$$ به ازای $\delta = 45^\circ$ حداکثر گشتاور حالت سکون

ج) $$T = \frac{1}{2}\frac{dL}{d\theta} i^2 = \frac{1}{2}(2\sin\theta\cos\theta) I_{DC}^2 = \frac{I_{DC}^2}{2}\sin 2\theta$$

نقطه تعادل نقطه ای است که گشتاور وارد بر متحرک صفر شود

$$T = 0 \longrightarrow \sin 2\theta = 0 \longrightarrow \theta = \frac{k\pi}{2} \quad k = 0, 1, 2, \ldots$$

نقطه تعادل پایدار نقطه ای است که به ازای آن مشتق گشتاور منفی شود

$$\frac{dT}{d\theta} = I_{DC}^2 \cos 2\theta \longrightarrow$$ لذا $\theta = 0$ نقطه تعادل ناپایدار و $\theta = \frac{\pi}{2}$ نقطه تعادل پایدار

Rashen-s

Subject:
Year. Month. Date. ( )

جواب ۷۱

$$T=\frac{1}{2}i_s^2\frac{dL_{ss}}{d\theta}+\frac{1}{2}i_r^2\frac{dL_{rr}}{d\theta}+i_si_r\frac{dL_{sr}}{d\theta}$$

$$=\frac{1}{2}i_s^2\frac{d}{d\theta}(0/5+0/2\cos 2\theta_r)+\frac{1}{2}i_r^2\frac{d}{d\theta}(0/8+0/3\cos 2\theta_r)+i_si_r\frac{d}{d\theta}(0/7\cos\theta_r)$$

$$=\frac{1}{2}i_s^2(-0/4\sin 2\theta_r)+\frac{1}{2}i_r^2(-0/6\sin\theta_r)+i_si_r(-0/7\sin\theta_r)$$

سیم پیچ رتور اتصال کوتاه شده پس این گونه می توان نوشت

$$L_{rr}i_r+L_{sr}i_s=0\longrightarrow i_r=\frac{-L_{rs}}{L_{rr}}i_s$$

$$I_{r,rms}=\frac{0/8+0/3\cos 2\theta_r}{0/7\cos\theta_r}\Bigg|_{\theta_r=60^\circ}\times 10=\frac{-70}{13}$$

حال کافیست مقدار موثر جریان ۲ را در رابطه گشتاور قرار دهیم تا مقدار متوسط گشتاور به دست آید

$$T_{av}=\frac{1}{2}\times 10^2\times(-0/4\sin 120)+\frac{1}{2}\times\left(\frac{-70}{13}\right)^2\times(-0/6\sin 120)+10\times\left(\frac{-70}{13}\right)(-0/7\sin 60)$$

$$=-17/32-7/53+32/64=7/79$$

Rashen-s

Scanned by CamScanner