32장 유도계수 연습문제 풀이

1. 유도 계수가 3.00 mH인 코일에 전류가 흐른다. 이 전류가 0.20 s의 시간 간격 동안 0.20 A로부터 1.50 A까지 변한다. 이 시간 동안의 평균 유도 기전력의 크기를 구하라.

sol)

식 32.1 참고

$$|\bar{\epsilon}| = L\frac{\Delta i}{\Delta t} = (3.00\times10^{-3}\,\mathrm{H})\left(\frac{1.50\,\mathrm{A}-0.20\,\mathrm{A}}{0.20\,\mathrm{s}}\right) = 1.95\times10^{-2}\,\mathrm{V}$$

2. 전류가 10.0 A/s의 비율로 변할 때, 500번 감은 코일에 24.0 mV의 기전력이 유도된다. 전류가 4.00 A일 때, 코일 하나를 지나는 자기선속은 얼마인가?

sol)

식 32.1~3 참고

$$|\bar{\epsilon}| = L\left(\frac{\Delta i}{\Delta t}\right)\text{에서 } L = \frac{\epsilon}{\left(\frac{\Delta i}{\Delta t}\right)} = \frac{24.0\times10^{-3}\,\mathrm{V}}{10.0\,\mathrm{A/s}} = 2.40\times10^{-3}\,\mathrm{H}$$

$$L = \frac{N\Phi_B}{i}\text{ 에서 } \Phi_B = \frac{Li}{N} = \frac{(2.40\times10^{-3}\,\mathrm{H})(4.00\,\mathrm{A})}{500} = 19.2\times10^{-6}\,\mathrm{T}\cdot\mathrm{m}^2$$

6. 510번 감은 솔레노이드의 반지름은 8.00 mm이고 전체 길이는 14.0 cm이다. (a) 유도 계수는 얼마인가? (b) 솔레노이드가 2.50 Ω의 저항기와 전지로 직렬 연결되어 있다면, 회로의 시간 상수는 얼마인가?

sol)

예제 32.1 참고

(a) $L = \dfrac{\mu_o N^2 A}{l} = \dfrac{\mu_o N^2 \pi r^2}{l} = \dfrac{\mu_0 (510)^2 \pi (8.00\times10^{-3}\,\mathrm{m})^2}{(0.14\,\mathrm{m})} = 4.69\times10^{-4}\,\mathrm{H}$

(b) $\tau = \dfrac{L}{R} = \dfrac{4.69\times10^{-4}\,\mathrm{H}}{2.50\,\Omega} = 1.88\times10^{-4}\,\mathrm{s}$

11. 전류 1.75 A가 만드는 코일 하나당 자기선속이 $3.70\times10^{-4}\,\mathrm{T}\cdot\mathrm{m}^2$인 200번 감긴 솔레노이드의 자기장 에너지를 계산하라.

sol)

식 32.12 참고

$L = N\dfrac{\Phi_B}{i} = 200\times\dfrac{3.70\times10^{-4}\,\mathrm{T}\cdot\mathrm{m}^2}{1.75\,\mathrm{A}} = 0.0423\,\mathrm{H}$

$U = \dfrac{1}{2}Li^2 = \dfrac{1}{2}\times(0.423\,\mathrm{H})(1.75\,\mathrm{A})^2 = 0.0648\,\mathrm{J} = 64.8\,\mathrm{mJ}$

11. 기전력이 10.0 V인 전지, 저항이 5.00 Ω인 저항기, 그리고 유도 계수가 10.0 H인 인덕터가 직렬로 연결되어 있다. 회로의 전류가 최댓값이 된 이후 (a) 전지가 공급하는 전력, (b) 저항기에 전달되는 전력, (c) 인덕터에 전달되는 전력, (d) 인덕터의 자기장에 저장된 에너지를 구하라.

sol)

식 32.6, 32.11 참고

(a) $I = \dfrac{\epsilon}{R} = \dfrac{10.0\,\mathrm{V}}{5.00\,\Omega} = 2.0\,\mathrm{A}$

$P = i(\triangle v) = (2.00\,\mathrm{A})(10.0\,\mathrm{V}) = 20.0\,\mathrm{W}$

(b) $P = i^2R = (2.0\,\mathrm{A})^2(5.00\,\Omega) = 20.0\,\mathrm{W}$

(c) $P = i(\triangle v) = 0$

충분한 시간이 지난 후, 전류는 최대값 $I = 2.00\,\mathrm{A}$로 일정한 상태에 도달

전류가 일정 $= \dfrac{di}{dt} = 0 \rightarrow \triangle v = L\dfrac{di}{dt} \rightarrow 0$ (인덕터의 양단의 전위차 $\triangle v = 0$)

(d) $U_B = \dfrac{1}{2}Li^2 = \dfrac{1}{2}(10.0\,\mathrm{H})(2.00\,\mathrm{A})^2 = 20.0\,\mathrm{J}$