

Q13. 전류의 크기를 i , 전류 고리의 면적 벡터를 A 라고 할 때, 자기 모멘트 벡터 μ 는 $\mu = iA$ 이다. 이때, 전류 i 의 방향으로 오른쪽 손가락들로 고리를 감으면 쪽 버튼 끝의 방향이 μ 의 방향이다.

(a) 세 정사각형 각각의 자기모멘트는

$$\vec{\mu}_{bcfgb} = (ia^2)\hat{j}, \quad \vec{\mu}_{abgha} = -(ia^2)\hat{j}, \quad \vec{\mu}_{cdefc} = (ia^2)\hat{j} \text{ 이므로}$$

알짜 자기모멘트는

$$\begin{aligned} \vec{\mu} &= \vec{\mu}_{bcfgb} + \vec{\mu}_{abgha} + \vec{\mu}_{cdefc} = (ia^2)(\hat{j} - \hat{j} + \hat{j}) = (ia^2)\hat{j} \\ &= (2.0A)(10cm \times \frac{1m}{100cm})^2\hat{j} = (2.0 \times 10^{-2} A \cdot m^2)\hat{j} \text{ 이다,} \end{aligned}$$

$$\boxed{(2.0 \times 10^{-2} A \cdot m^2)\hat{j}}$$

(b) Biot-Savart의 법칙을 이용하면, 전류 고리가 만드는 자기장은 점이 고리로 부터 멀리 떨어져 있을 때, $\vec{B}(z) = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{\vec{\mu}}{z^3}$ 이다.

따라서,

$$\begin{aligned} \vec{B}(0, 5.0m, 0) &= \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{\vec{\mu}}{y^3} = \frac{(1.26 \times 10^{-6} T \cdot m/A)(2.0 \times 10^{-2} A \cdot m^2)\hat{j}}{4\pi(5.0m)^3} \\ &= (3.2 \times 10^{-11} T)\hat{j} \text{ 이다.} \end{aligned}$$

$$\boxed{(3.2 \times 10^{-11} T)\hat{j}}$$