29장 자기장 연습문제 풀이

1. 적도 근처 어떤 지역에서 지구 자기장은 북쪽 방향이며 크기는 $50.0\,\mu\mathrm{T}$이고, 맑은 날 전기장은 아래 방향으로 약 $100\,\mathrm{N/C}$이다. 전자가 동쪽으로 $6.00\times10^{6}\,\mathrm{m/s}$의 속력으로 운동하는 순간 중력, 전기력 그리고 자기력을 구하라.

sol)

$$F_g = mg = (9.11\times10^{-31}\,\mathrm{kg})(9.80\,\mathrm{m/s^2}) = 8.93\times10^{-30}\,\mathrm{N}$$

$$F_e = qE = (-1.60\times10^{-19}\,\mathrm{C})(-100\,\mathrm{N/C}) = 1.60\times10^{-17}\,\mathrm{N}$$

$$F_B = q\vec{v}\times\vec{B} = (-1.60\times10^{-19}\,\mathrm{C})(6.0\times10^{6}\,\mathrm{m/s})\times(50.0\times10^{-6}\,\mathrm{N\cdot s/C\cdot m}) = -4.80\times10^{-17}\,\mathrm{N}$$

4. 자기장 $\vec{B} = (\hat{i}+2\hat{j}-\hat{k})\,\mathrm{T}$내에서 양성자의 속도가 $\vec{v} = (2\hat{i}-4\hat{j}+\hat{k})\,\mathrm{m/s}$일 때, 이 입자에 작용하는 자기력의 크기는 얼마인가?

sol) $\overrightarrow{F_B} = q\vec{v}\times\vec{B} = (1.60\times10^{-19}\,\mathrm{C})[(2\hat{\mathrm{i}}-4\hat{\mathrm{j}}+\hat{\mathrm{k}})\times(\hat{\mathrm{i}}+2\hat{\mathrm{j}}-\hat{\mathrm{k}})]$

$$= (1.60\times10^{-19}\,\mathrm{C})\begin{vmatrix}\hat{\mathrm{i}} & \hat{\mathrm{j}} & \hat{\mathrm{k}}\\ 2 & -4 & 1\\ 1 & 2 & -1\end{vmatrix} = (1.60\times10^{-19}\,\mathrm{C})[2\hat{\mathrm{i}}+3\hat{\mathrm{j}}+8\hat{\mathrm{k}}]$$

$$= (3.20\,\hat{i}+4.80\hat{j}+12.8\hat{k})\times10^{-19}\,N$$

$$\left|\overrightarrow{F_B}\right| = \sqrt{(3.20)^2+(4.80)^2+(12.8)^2}\times10^{-19} = 13.2\times10^{-19}\,\mathrm{N}$$

11. 처음 속도 $20.0\,\hat{i}\,\mathrm{Mm/s}$인 양성자가 양성자의 속도에 수직방향으로 크기가 $0.300\,\mathrm{T}$인 자기장에 입사한다. 이 양성자가 $-20.0\,\hat{j}\,\mathrm{Mm/s}$의 속도로 자기장을 빠져나간다. 이때 (a) 자기장의 방향, (b) 자기장 내에서 양성자의 곡률 반지름, (c) 자기장 내에서 양성자가 이동한 거리, (d) 양성자가 자기장 내에 있는 시간을 구하라.

sol)

(a) 자기장의 방향 : $\hat{i}\times\hat{k} = -\hat{j}$

(b) 곡률 반지름 ; $r = \dfrac{mv}{qB} = \dfrac{(1.67\times10^{-27}\,\mathrm{kg})(20\times10^{6}\,\mathrm{m/s})}{(1.6\times10^{-19}\,\mathrm{C})(0.3\,\mathrm{N\cdot s/C\cdot m})} = 0.696\,\mathrm{m}$

(c) 양성자가 이동한 거리:

$$s = r\theta = (0.696\,\mathrm{m})\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1.09\,\mathrm{m}$$

(d) 시간 : $v = \dfrac{s}{\Delta t}\rightarrow\Delta t = \dfrac{s}{v} = \dfrac{1.09\,\mathrm{m}}{20.0\times10^{6}\,\mathrm{m/s}} = 54.7\times10^{-9}\,\mathrm{s}$

12. 균일한 자기장 0.390 T에 있는 2.80 m의 도선에 전류 5.00 A가 흐른다. 전류와 자기장과의 각도가 (a) 60.0°, (b) 90.0°, (c)120°일 때 도선에 작용하는 자기력의 크기를 각각 계산하라.

sol)

(a) $F_B = (5.0\,\mathrm{A})(2.80\,\mathrm{m})(0.390\,\mathrm{T})\sin 60.0^\circ = 4.73\,\mathrm{N}$

(b) $F_B = (5.0\,\mathrm{A})(2.80\,\mathrm{m})(0.390\,\mathrm{T})\sin 90.0^\circ = 5.46\,\mathrm{N}$

(c) $F_B = (5.0\,\mathrm{A})(2.80\,\mathrm{m})(0.390\,\mathrm{T})\sin 120.0^\circ = 4.73\,\mathrm{N}$

18. 반지름이 5.00 cm이고 50.0번 감긴 원형 코일이 0.500 T의 균일한 자기장 내에 놓여 있다. 코일에 25.0 mA의 전류가 흐른다면, 코일에 작용할 수 있는 최대 돌림힘의 크기를 구하라.

sol)

$\tau = BIAN\sin\theta = (0.500\,\mathrm{T})(25\times10^{-3}\,\mathrm{A})[\pi(5.0\times10^{-2}\,\mathrm{m})^2]\cdot 50\cdot \sin 90.0^\circ$

$= 4.91\times10^{-3}\,\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}$