# 제 19 장 기출_연습문제 풀이 (1)

연습문제 풀이 : (2007년 이후 중간고사에 출제된 연습문제 모음)
2, 4, 7, 9, 12, 18, 19, 21

+ 기출문제

## 19-2 자기장과 자기선속 기출 2016년 10번 기출 2007년 10번

[기출문제] 자기장의 단위 테슬라(T) 의 차원 $L^{\alpha}M^{\beta}T^{\gamma}A^{\delta}$ 로 표현할 때 α+β+ɣ+δ 는 얼마인가? (단 L: 길이, M: 질량, T: 시간, A : 전류 이다. ) [예를 들어, 가속도의 경우 $m/s^2$ 으로 부터 α=1, β=0, ɣ=−2, δ=−1 이다. ]

풀이 자기장의 차원은 자기력의 정의로 부터 얻을 수 있다.

$$\left|\vec{F}_B\right| = q\left|\vec{v}\times\vec{B}\right| = qvB\sin\theta$$

( sin θ 는 차원이 없는 양이므로 제외함)

$$B = \left[\frac{F}{qv}\right] \Rightarrow \left[\frac{N}{C\cdot\frac{m}{s}}\right] = \left[\frac{kg\cdot\frac{m}{s^2}}{(A\cdot s)\cdot\frac{m}{s}}\right] = \left[\frac{kg}{A\cdot s^2}\right]$$

$$[B] = L^0M^1T^{-2}A^{-1}$$

$$\therefore \alpha+\beta+\gamma+\delta = 0+1+(-2)+(-1) = -2$$

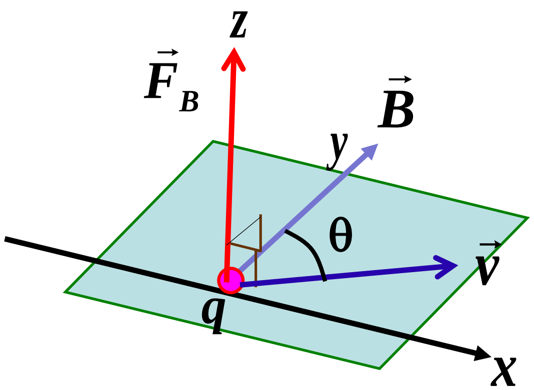
## 19-2 자기장과 자기선속

연습 19-2. 전하 q 가 자기장 B 에서 속도 v 로 움직일 때 받는 힘 F 에 대해 옳은 설명은?

풀이

자기력의 크기는 아래 식과 같이 전하량의 크기, 전하가 움직이는 속력, 자기장의 크기에 비례한다. 또한 자기력의 방향은 자기장 (B) 과 전하가 움직이는 방향(v) 에 각각 수직이다. 여기서 v 와 B 는 수직일 필요는 없다. 만일 v 와 B 가 수직이라면 자기력의 크기가 최대값에 도달하게 된다..

$$\left|\vec{F}_B\right| = q\left|\vec{v}\times\vec{B}\right| = qvB\sin\theta$$




(a) F 는 v 에 수직하지만 B 에 수직할 필요는 없다.

(b) F , v, B 가 서로 수직하다.

(c) F 는 v 와 B 에 수직하지만 v 와 B 에 수직할 필요는 없다.

(d) v 는 B 에 수직하지만 , F 에 수직할 필요는 없다.

(e) F 의 크기는 전하량의 크기 q 와 무관하다.

연습 19-4. 균일한 전기장 E 가 +y 축으로 작용하고 있는 공간으로 + x축 방향으로 움직이는 전자가 진입한다. 이 때 전자가 등속으로 직진하게 하려면 자기장 B 를 어느 방향으로 가해주어야 하는가? 또, 이 경우 전자의 운동에너지는 어떻게 되는가? (단, 전자의 질량은 m 이다.)

**풀이**

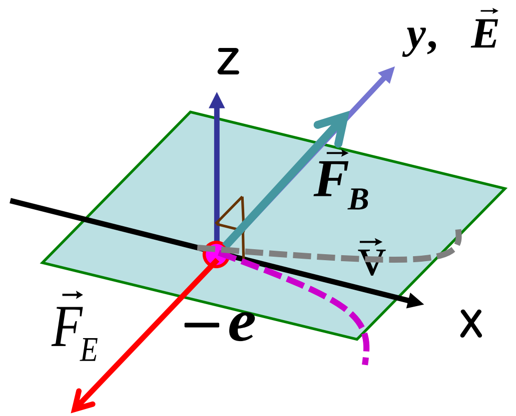
+ x 축으로 움직이는 전자에 +y 축으로 전기장을 걸어주면 전자는 (음의 부호이므로) 전기장의 방향과 반대인 − y 방향으로 치우쳐 포물선 운동을 하게 된다. 따라서 전자를 +x 축으로 등속 운동시키려면 + y 축으로 같은 크기의 자기력을 작용되어야 한다. 따라서 자기장(B) 을 x 축으로 움직이는 (v) 전자에 걸어 주어야 +y 방향으로 작용하게 된다. (자기력의 방향은 오른손 법칙을 이용하여 정한다) 그러면 자기력과 전기력이 상쇄되어 전자는 등속운동을 하게 된다.

- 전기력: $\overrightarrow{F_E} = -eE\hat{y}$
- 자기력은 전기력과 반대로 +y 방향이어야 하며, 크기는 전기력과 동일해야 함.
  - 자기장의 방향: *+z* 방향
  - 자기장의 크기:

$$\boxed{\vec{F}_B = q\,\vec{\mathrm{v}} \times \vec{B} = -\,e\,\vec{\mathrm{v}} \times \vec{B}}$$

$$qE = qvB \rightarrow B = \frac{E}{v} \qquad \vec{\mathrm{B}} = \frac{E}{v}\hat{z}$$

전자의 운동에너지 : $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{E}{B}\right)^2 = \frac{mE^2}{2B^2}$



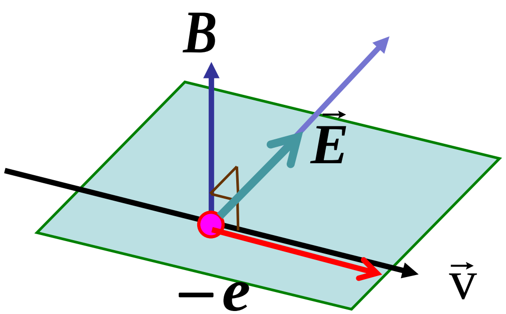
## 19-2 자기장과 자기선속 연습 19-2, 예제 19-4 기출 2012년 9 번

[기출문제] 균일한 전기장 E 가 균일한 자기장 B 가 서로 수직인 방향으로 존재하는 공간에 전하량의 크기가 e 인 전자가 전기장과 자기장에 수직인 방향으로 진입하였다. 전자가 아무런 힘을 받지 않고 등속으로 움직인다고 할 때, 전자의 속력을 구하여라.

풀이 전자가 전기장과 자기장 속에서 등속으로 움직이려면 힘의 합력이 0 이어야 한다. 따라서 전자에 작용하는 전기력과 자기력은 크기가 같고 서로 반대방향일 때이다.

- 전기력의 크기 : $F_E = eE$
- 자기력의 크기 : $F_B = evB \quad (\because B \perp v)$
- 전기력과 반대 방향이어야 하며, 크기는 전기력과 동일해야 함.

$$F_E = F_B \Rightarrow eE = evB \qquad \therefore v = \frac{E}{B}$$

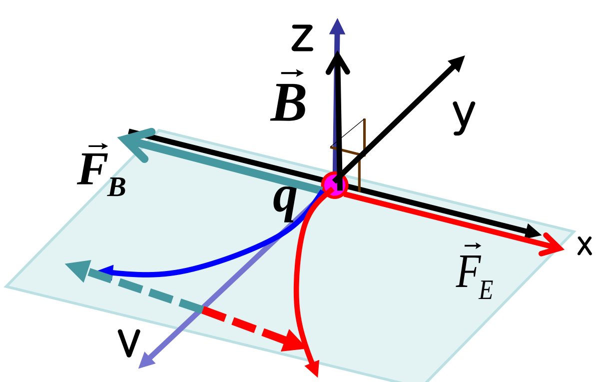



### 기출 2009년 11 번

[기출문제] 균일한 전기장 E 는 양의 (+) x 방향이며 균일한 자기장 B 는 양의 (+) z 방향 일 때, 전하량이 q 인 점 전하가 아무런 힘도 받지 않고 등속으로 움직일 수 있는 속도와 방향을 각각 구하여라. 단 여기서 중력은 무시한다.

풀이 x 축으로 전기력을 받는 + 점 전하가 이 힘을 상쇄시키려면 반대 방향으로 자기력을 받게 하여 상쇄시켜야 한다. 이미 자기장이 +Z 방향이므로 −x 방향으로 자기력을 받게 하려면 이에 수직한 −y 축으로 전하를 운동시켜야 한다. 한편 전기력과 자기력의 크기는 같아야 하므로 점 전하의 속력을 얻을 수 있다.

$$qE = qvB \qquad \therefore v = \frac{E}{B} \qquad (-y \text{ 축 방향})$$



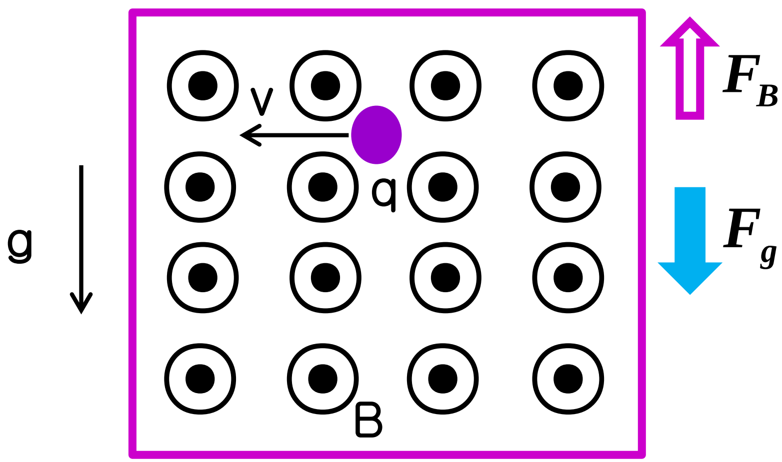
## 19-3 자기장 내의 전하의 운동 기출 2016년 9번

연습 19-7. 그림과 같이 지면 바깥쪽으로 향하는 균일한 자기장과 중력장이 존재하는 공간에 전하량이 q 인 입자가 v 의 속력으로 등속운동을 하고 있다. 이 때 입자의 전하량 q 의 크기와 부호를 구하여라, 단, 입자의 질량은 m 이고 중력가속도는 g 이다.

**풀이**

자기장이 지면에 수직하게 나오는 방향이므로 전하량 q 에 작용하는 자기력은 위 방향이나 아래 방향이 될 수 있고 입자의 운동이 등속운동이므로 입자에 작용하는 총 힘은 0 이다.

한편 이 전하량에 작용하는 다른 힘은 아래 방향의 중력이므로 이 중력을 상쇄시키는 자기력의 방향은 위 쪽이 되어야 한다. 그러므로 전하량 q 의 부호는 양임을 알 수 있다. 그리고 전하량의 크기는 자기력의 크기와 중력의 크기가 같음을 이용하여 구할 수 있다.




$$F_B = F_g$$

$$qvB = mg$$

$$\therefore q = +\frac{mg}{vB}$$

(양전하 )

## 19-3 자기장 내의 전하의 운동 기출 2015년 8번 기출 2012년 10번 기출 2007년 11번

연습 19-9. 질량이 m 이고 전하량이 −e 인 전자들이 전위차 V 에 의하여 정지 상태에서 가속되고 자기장 B 에 의하여 속도에 수직한 방향으로 편향된다, 전자 궤적의 반지름은 얼마인가?

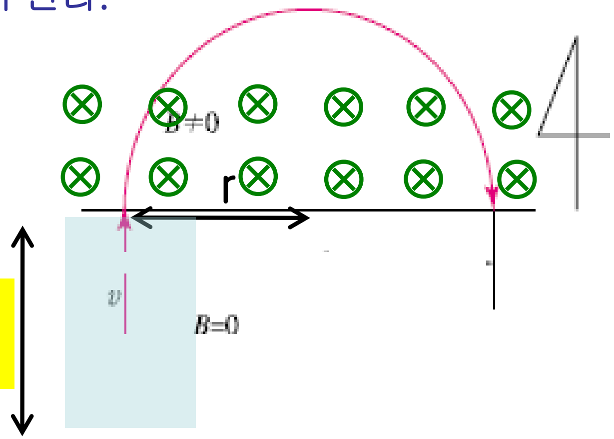
풀이

처음에서 정지해 있던 전하는 전위차에 의하여 가속되어 자기장의 위치에서 위치에서 최대 속력이 된다. 따라서 전자의 처음 위치에너지는 전부 운동에너지로 변한다. 따라서 에너지 보존법칙을 이용하여 자기장에 입사될 때의 속력을 구한다.

전위차 V 에 의해 전자의 위치에너지= 운동에너지

$$eV = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

전위차 V 에 의해 가속




전자가 자기장 영역에 들어 가면 자기력에 의해 전자의 궤적은 원운동이 된다. 구심력과 자기력이 같다는 식으로 부터 원 궤도의 반지름을 구할 수 있다.

$$evB = m\frac{v^2}{r}$$

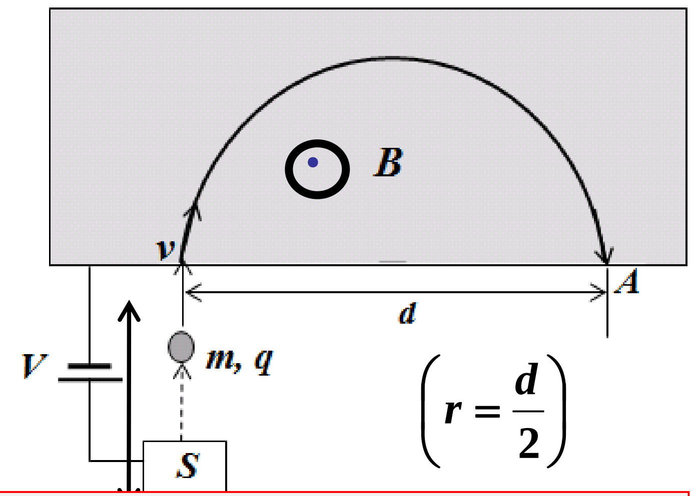
$$\therefore r = \frac{mv}{eB} = \sqrt{\frac{2mv}{eB^2}}$$

## 19-3 자기장 내의 전하의 운동 연습 19-9와 유사 기출 2017년 주관식 3번 기출 2013년 주관식 3번

[기출문제] 아래 그림과 같이 전하량이 q 인 입자가 전위차 V 에 의하여 정지 상태에서 가속된 후, 자기장의 크기가 B 로 일정한 공간에 자기장에 수직인 방향으로 입사하였다. 이 입자는 자기장에 의하여 속도에 수직한 방향으로 편향되어 반원궤도를 그리면서 오른쪽으로 d 만큼 떨어진 곳( A 지점)에 도착하였다. 이 때, 다음 질문들에 대한 답을 m, q, d, V 등을 이용하여 답하여라. 단, 전하량 q 의 부호는 (+) 이다.

(가) 입자가 자기장이 존재하는 영역으로 입사하는 순간의 속력 v 를 구하여라.

풀이 처음에서 정지해 있던 전하가 전위차 V 에 의하여 가속된다. 처음 상태의 전기위치에너지는 자기장에 들어서는 위치에서 전부 운동에너지로 변한다. 따라서 에너지보존법칙을 이용하여 자기장에 입사될 때의 속력을 구한다.




$$\left(r = \frac{d}{2}\right)$$

전위차 V 에 의해 전자의 위치에너지= 운동에너지

$$qV = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

전위차 V 에 의해 가속

(나) 자기장 B 의 크기와 방향을 구하여라. (지면에서 나오는 방향이면 (+), 지면으로 들어가는 방향이면 (−)로 표시함.)

풀이 전자가 자기장 영역에 들어 가면 자기력에 의해 전자의 궤적은 원운동이 된다. 구심력과 자기력이 같으므로 이 식에 r= d/2 와 v 를 대입하여 자기장을 구할 수 있다. 방향은 오른손 법칙에 의하여 지면에서 나오는 방향이다.

$$qvB = m\frac{v^2}{r}, \quad \left(r = \frac{d}{2}, \quad v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}\right) \qquad \therefore\ B = \frac{mv}{qr} = \frac{mv}{q\left(\frac{d}{2}\right)} = \frac{2m}{qd}\left(\sqrt{\frac{2qV}{m}}\right) = \sqrt{\frac{8mV}{qd^2}}$$

방향 : (+)

# 19-3 자기장 내의 전하의 운동 연습 19-9와 유사 기출 2017년 주관식 3번 기출 2013년 주관식 3번

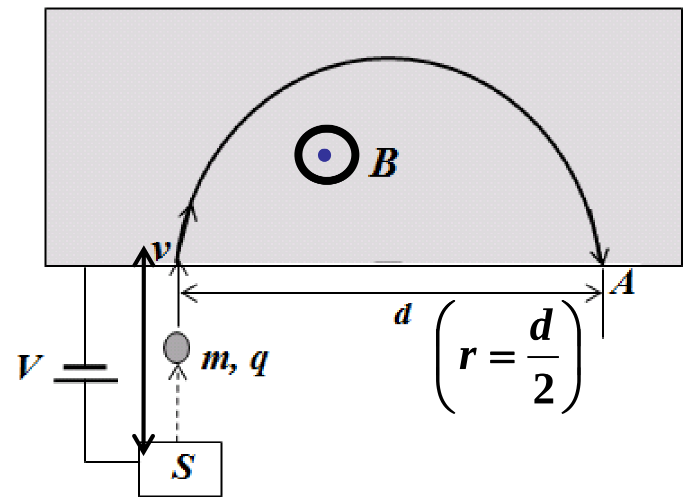
[기출문제]-계속 아래 그림과 같이 전하량이 q 인 입자가 전위차 V 에 의하여 정지 상태에서 가속된 후, 자기장의 크기가 B 로 일정한 공간에 자기장에 수직인 방향으로 입사하였다. 이 입자는 자기장에 의하여 속도에 수직한 방향으로 편향되어 반원궤도를 그리면서 오른쪽으로 d 만큼 떨어진 곳( A 지점)에 도착하였다. 이 때, 다음 질문들에 대한 답을 m, q, d, V 등을 이용하여 답하여라. 단, 전하량 q 의 부호는 (+) 이다.

(다) 입자가 자기장이 존재하는 영역으로 입사한 이후 A 지점에 도달할 때 까지의 시간을 구하여라.

풀이

A 지점 까지는 원운동의 $\frac{1}{2}$ 주기 , 또는 반원 궤도를 그리는 시간이므로 걸린 시간은 반원궤도를 속력으로 나누면 된다.

$$\therefore t = \frac{\pi r}{v} = \frac{\left(\frac{\pi d}{2}\right)}{\sqrt{\frac{2qV}{m}}} = \frac{\pi d}{2}\sqrt{\frac{m}{2qV}} = \pi\sqrt{\frac{md^2}{8qV}}$$

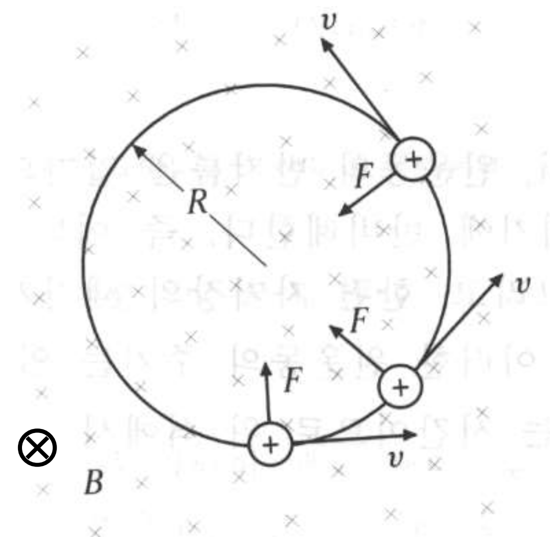


## 19-3 자기장 내의 전하의 운동 기출 2011년 9번 기출 2008년 9번

[기출문제]질량이 m 이고 전하량이 q 인 점전하가 자기장의 크기가 B 인 영역에서 원운동을 하고 있다. 이 전하의 1 초당 회전 수를 m, q, B 를 이용하여 나타내어라.

풀이 q 의 전하량이 원 궤도 상에서 돌고 있으므로 자기력이 구심력의 크기는 같다.

$$F = qvB = m\frac{v^2}{r}$$




이 식으로 부터 반지름 r 을 구한다. $r = \dfrac{mv}{qB}$

주기 T 는

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{v}\left(\frac{mv}{qB}\right) = \frac{2\pi m}{qB}$$

이고 1초당 회전 수는 진동수 즉, 주기의 역수 이다 .

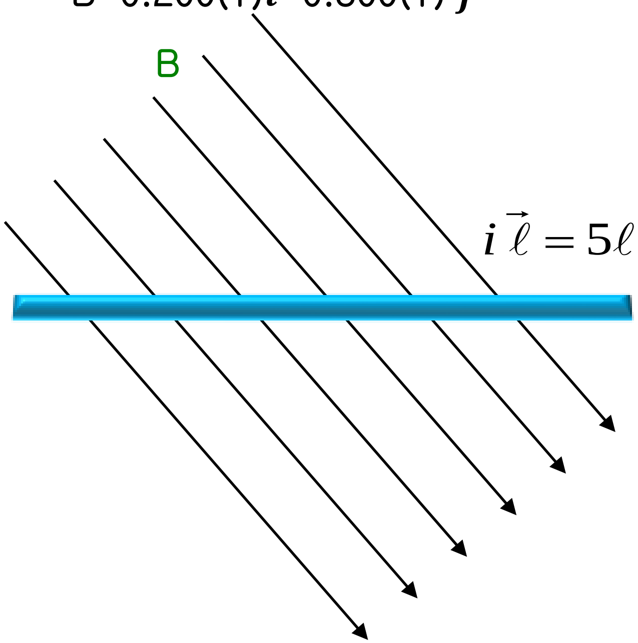
$$\therefore f = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m}$$

## 19-4 전류도선에 작용하는 힘과 돌림힘

연습 19-12 매우 긴 직선 도선에 5.00 A 의 일정한 전류가 + x 방향으로 흐르고 있다. 여기에 주어진 균일한 자기장 벡터가 B=0.200(T)$\hat{\imath}$−0.300(T) $\hat{\jmath}$일 때 도선에 작용하는 단위 길이당 힘을 벡터로 나타내라/

풀이

B=0.200(T)$\hat{\imath}$−0.300(T) $\hat{\jmath}$




$$i\vec{\ell} = 5\ell\hat{i}$$

$$\vec{F}_B = i\vec{\ell} \times B$$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 5\ell & 0 & 0 \\ 0.200 & -0.300 & 0 \end{vmatrix} = -\left(5\ell \times 0.300\right)\hat{k} = -1.50\ell\hat{k}$$

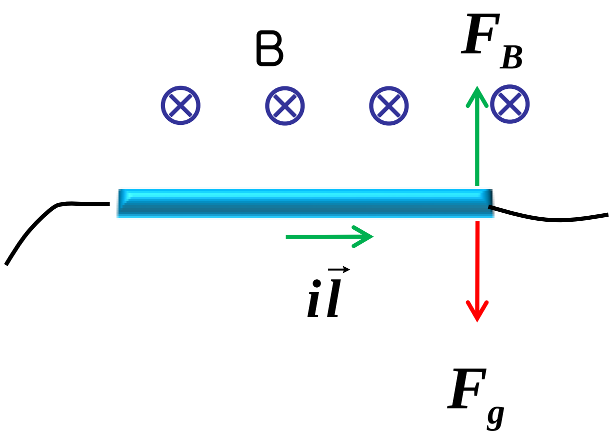
$$\therefore \frac{\vec{F}_B}{\ell} = -1.50\hat{k}(N/m)$$

## 19-4 전류도선에 작용하는 힘과 돌림힘 예제 19-4와 유사 기출 2013년 9번

[기출문제] 단위 길이당 질량이 λ 인 직선 도선에 전류 I 가 흐르고 있다. 이 도선이 지면과 나란하게 공중에 떠 있기 위한 자기장의 세기를 구하여라 . 단 자기장의 방향은 직선 도선 및 중력의 방향과 수직하다. 또한 중력가속도의 크기는 g 이다.

**풀이**

도선에 작용하는 중력은 아래방향이라고 하자. 그리고 자기장은 지면으로 들어가는 방향이고 도선의 전류가 오른쪽으로 흐른다고 가정하면 도선에 미치는 자기력의 방향은 위로 향하게 되며 이 자기력이 도선에 미치는 중력과 같으면 도선은 공중에 떠 있을 수 있다.




중력 : $F_g = mg = (\lambda\ell)g$

자기력의 크기 : (자기장과 직선 도선은 수직)

$$F_B = ilB\sin 90^\circ = il\,B$$

자기력 =중력

$$F_B = F_g \;\Rightarrow\; i\,l\,B = (\lambda l)g$$

$$\therefore B = \frac{(\lambda l)g}{Il} = \frac{\lambda g}{I} = \frac{\lambda g}{I}$$

[기출문제] 반지름이 0.20 m 이고 xy 평면상에 놓여 있는 원형도선에 2.0 A 의 전류가 z 축 꼭대기 위에서 내려다 보았을 때 반 시계 방향이 흐른다. 이 때 다음 질문에 답하시오

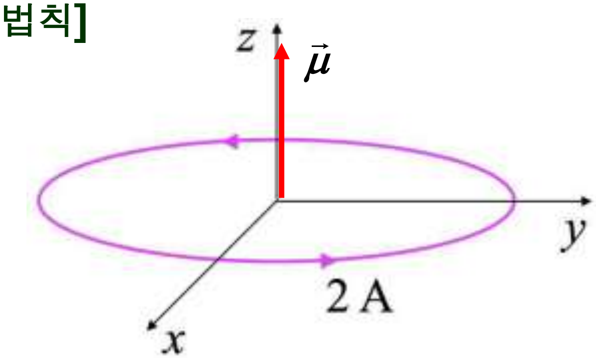
(가) 자기 쌍극자 모멘트의 크기와 방향은 얼마인가?

풀이

자기 쌍극자 모멘트의 크기와 방향

[방향: 오른손법칙]

$$\mu = iA$$




(가) 자기 쌍극자 모멘트의 크기(전류와 면적의 곱)

$$\mu = iA = (2.0A)\cdot(\pi \times 0.20^2 m^2) = 0.25(A\cdot m^2)$$

방향 : $+z$축 방향

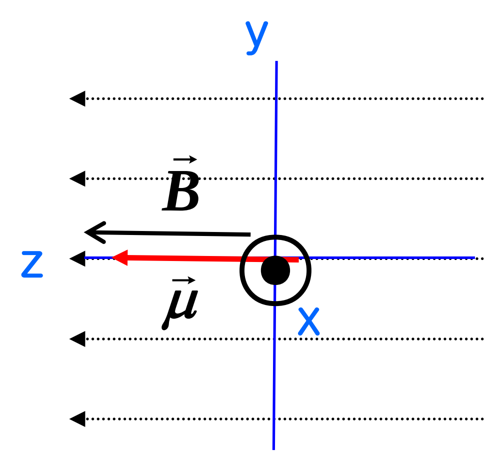
(나) 0.1 T 의 자기장이 +z 방향으로 형성되었다면, 이 원형 도선의 자기 위치에너지와 돌림힘의 크기를 구하여라. (단위 포함)

풀이

자기 쌍극자 에너지: $U = -\vec{\mu}\cdot\vec{B}$ 돌림 힘 : $\tau = \vec{\mu}\times\vec{B}$

자기장과 쌍극자 방향이 평행하므로 사이 각은 $0^\circ$ 가 되며 자기 쌍극자 에너지는 가장 작은 최소값을 갖게 된다.

$$U = -\mu B\cos\theta\big|_{\theta=0^\circ} = -(0.25A\cdot m^2)(0.10T) = -0.025(J)$$




자기 쌍극자 모멘트의 방향과 자기장의 방향이 평행하므로 토크 (돌림 힘의 크기)는 0 이 된다.

$$\tau = \mu B\sin\theta = \mu B\sin 0^\circ = 0$$

## 발전 문제

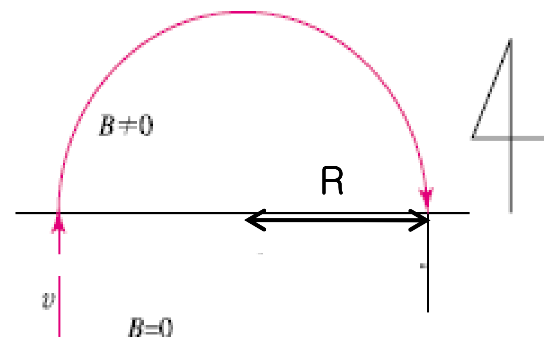
연습 19-18. 초기에 북쪽으로 속도 4.00 x $10^6$ m/s 로 운동하기 시작한 전자가 반원 궤도를 그리면서 동쪽으로 10.0 cm 떨어진 곳에 도달하였다.

(가) 이러한 반원궤도를 그리도록 하는 데 필요한 자기장의 크기와 방향을 구하여라.

(나) 이 전자가 동쪽 지점에 도달하는 데 걸린 시간을 구하여라.

**풀이** 자기력은 전자를 원 운동을 하게 만드는 구심력을 제공한다. 따라서 자기력이 원의 중심으로 향하는 구심방향이고 이에 따라 (오른손 법칙에 의해) 수직인 자기장의 방향을 결정할 수 있으며 지면에서 나오는 방향이 되어야 한다. 그러나 전자가 음의 전하를 가지고 있으므로 자기장의 방향을 반대로 잡아야 한다.(지면으로 들어가는 방향) 또한 자기장 = 구심력으로 부터 원운동의 반지름을 구할 수 있다.

$$F = qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow \boxed{B = \frac{mv}{qR}}$$




$$B = \frac{mv}{qR} = \frac{(9.11\times10^{-31}kg)(4.00\times10^{6}m/s)}{(1.60\times10^{-19}kg)(0.050m)} = 4.55\times10^{-4}T$$

자기장의 방향 ( ⊗ 방향) F:동쪽, v:북쪽

(나) 전자가 동쪽 지점에 도달하는 데 걸린 시간 :
전자가 일정한 속력으로 반원으로 움직이므로 반원 거리를 속력으로 나누면 된다.
(자기력은 입자의 궤도를 등속 원운동하게 만들며 가속시키지는 않는다)

$$t = \frac{\pi R}{v_0} = \frac{3.14\times0.0500m}{4.00\times10^{6}m/s} = 3.93\times10^{-8}s$$

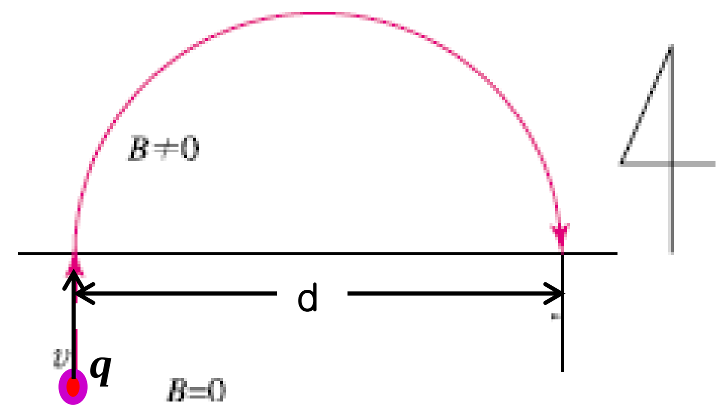
**발전 문제** **연습 19-16 과 유사** **기출 2010년 8번**

[기출문제]전하량이 q 인 점전하가 북쪽으로 속도 v 로 운동하다가 균일한 자기장 영역으로 들어가 반원 궤도를 그리면서 동쪽으로 d 만큼 떨어진 곳에 도달하였다. 자기장의 크기는 B 이고 방향은 지면에 대해 수직인 방향이다. 이 때 이 입자의 질량을 q, v, B, d 로 나타내어라.

풀이

자기력은 점전하를 원운동하게 하는 구심력을 제공한다. 따라서 자기력과 구심력의 크기는 같다는 식을 이용해 원운동의 반지름을 구할 수 있다, 한편 그림에서 반지름이 주어졌으므로 이를 대입하면 질량에 대한 식을 얻게 된다.

$$F = qvB = \frac{mv^2}{r} \quad \Rightarrow \quad r = \frac{mv}{qB}$$




그림에서 r = d/2 이므로 반지름의 식에 대입한다.

$$\frac{d}{2} = \frac{mv}{qB}$$

따라서 입자의 질량은 다음과 같다. $\therefore m = \frac{qBd}{2v}$

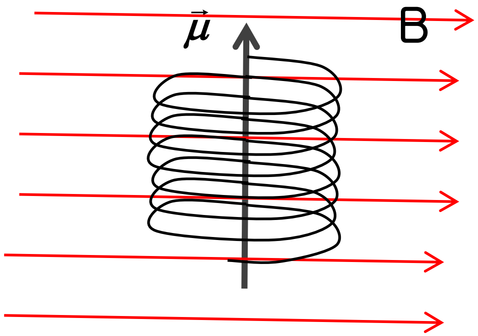
## 발전 문제

연습 19-19. 지름이 0.800m 인 원형 도선이 12회 감겨 있다. 도선에는 3.00A 의 전류가 흐른다. 이 원형 도선에 0.600 T 크기의 균일한 자기장이 가해지고 도선이 자유롭게 회전할 수 있다고 할 때

(가) 도선에 작용하는 최대 돌림 힘은 얼마인가?

풀이 자기 쌍극자 모멘트의 크기(전류와 면적의 곱)

돌림 힘 : $\boldsymbol{\tau} = \vec{\boldsymbol{\mu}} \times \vec{\boldsymbol{B}}$ $\mu = NiA$ [방향: 오른손법칙]

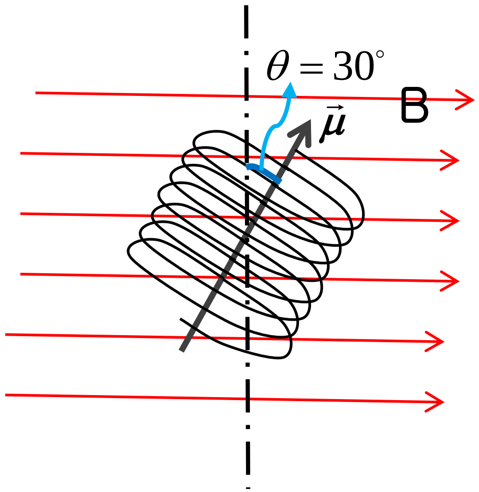



$$\mu = NiA = 12.0 \times (3.00A)\left(\pi \times 0.400^2 m^2\right) = 18.1\left(A \cdot m^2\right)$$

$$\tau_{\max} = \mu B \sin\theta\big|_{\theta=90^\circ} = \left(18.1A \cdot m^2\right) \times \left(0.600T\right) \times \sin 90^\circ = 10.9(N \cdot m)$$

(나) 어떤 도선의 위치에서 돌림 힘은 절반으로 줄어드는가?

풀이 최대 돌림 힘의 크기의 절반에 해당하는 도선의 방향은




$$\tau_\theta = \frac{1}{2}\tau_{\max} \quad \Rightarrow \quad \mu B \sin\theta = \frac{1}{2}\mu B \sin 90^\circ$$

$$\therefore \sin\theta = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \theta = \sin^{-1}\frac{1}{2} = 30^\circ$$

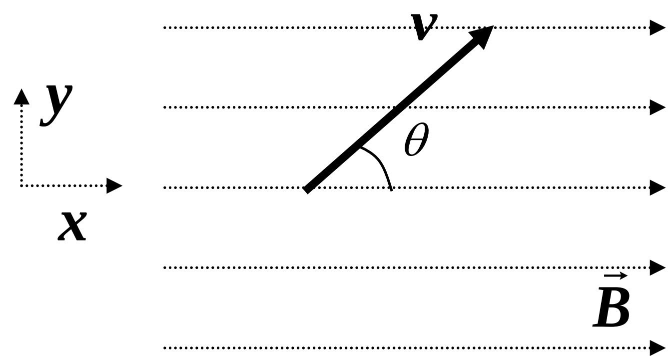
도선의 면 (벡터) 방향과 자기장의 각도가 30° 일 때 일어난다.

## 발전 문제

연습 19-21. 그림과 같이 + z 방향의 균일한 자기장 B 속의 원점 O 에서 초속도 v 로 x 축과 θ 의 각도로 전하가 방출되었다. 다음 각 경우 전하의 운동은 어떻게 되는가?

풀이 자기장에 입사한 각도에 따라 자기력의 크기에 대한 식을 이용한다.

$$\boxed{\left|\vec{F}\right| = \left|q\vec{v} \times \vec{B}\right| = qvB\sin\theta}$$




(가) θ= 0° 일 때

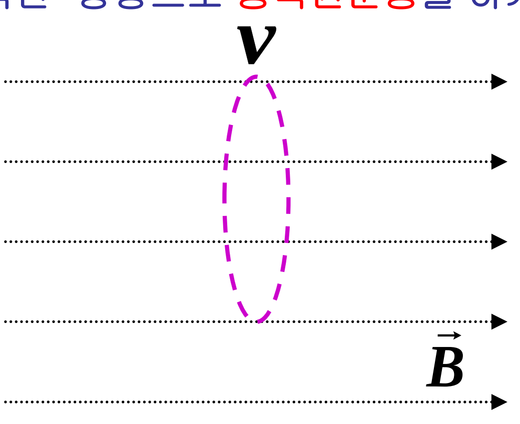
자기장에 평행하게 입사하면 자기력을 받지 않으므로 입사된 방향 x 축으로 등속 직선 운동을 하게 된다.

$$F = qvB\sin 0^\circ = 0$$

(나) θ= 90° 일 때

자기장에 수직하게 입사하면 자기력이 구심력을 제공하므로 전하의 운동은 자기장의 방향에 수직한 방향으로 등속원운동을 하게 된다.

$$F = qvB\sin 90^\circ = qvB$$



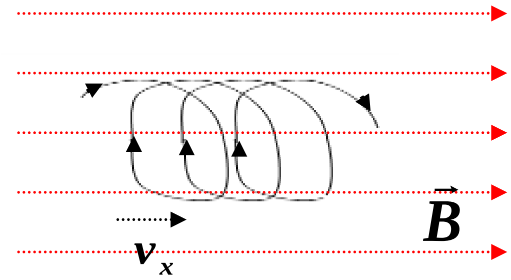
## 발전 문제

**연습 19-21. 계속**

**풀이**

(다) $0^\circ < \theta < 90^\circ$ 일 때

자기장에 수직한 속도의 성분은 등속원운동을 하지만 자기장에 수평 성분 (자기장과 평행한 방향)에 의해 x 축으로 진행하므로 전체 운동은 나선 운동이다.



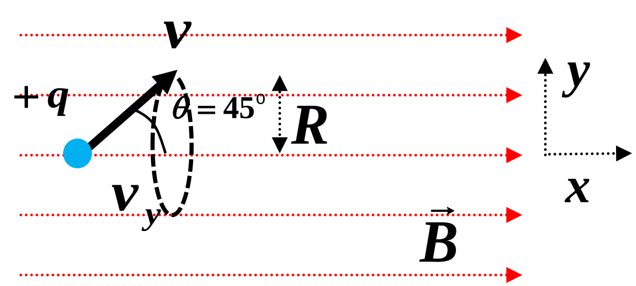

(라) $\theta = 45^\circ$ 인 경우, 전자가 1 회전 할 때 전자가 + x 방향으로 진행하는 거리는 얼마인가? (단, 전자의 질량은 m 이고 전하량은 e 이다)

자기력에 의해 자기장에 수직인 $V_y$ 성분에 의해 등속원운동을 하므로 자기력= 구심력이다.

자기력= 구심력 $$qv_yB = m\frac{v_y^2}{R}$$

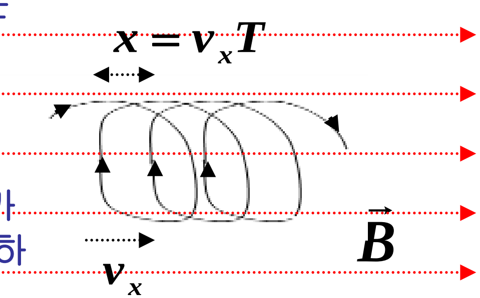
$$\Rightarrow R = \frac{mv_y}{qB} = \frac{mv\sin 45^\circ}{qB} = \frac{mv}{\sqrt{2}qB}$$

$$\left(v_y = v\sin 45^\circ = \frac{v}{\sqrt{2}}\right)$$




x 축을 중심으로 $V_y$ 의 속력으로 한 바퀴 도는 데 걸린 시간 (원운동 주기) 는

$$T = \frac{2\pi R}{v_y} = \frac{2\pi}{v_y}\left(\frac{mv_y}{qB}\right) = \frac{2\pi m}{qB}$$




이고 전하는 x 방향으로 $V_x$ 의 일정한 속력으로 등속 직선 운동한다. 전하가 1회전 하는 데 진행한 x 방향의 거리는 속력 $V_x$ 에 주기 T (1회전 원운동을 하는 데 걸리는 시간)을 곱하여 얻을 수 있다.

$$\therefore x = v_xT = \left(v\cos 45^\circ\right)\cdot T = \frac{v}{\sqrt{2}}\left(\frac{2\pi m}{qB}\right) = \frac{\sqrt{2}\pi mv}{qB}$$

$$\left(v_x = v\sin 45^\circ = \frac{v}{\sqrt{2}}\right)$$

## 발전 문제 기출 2014년 주관식 3번

[기출문제} 전하 q, 질량 m 인 점전하가 속도 v로 균일한 자기장 B에 수직으로 입사하면 원운동을 한다. 그런데 전하를 아래 그림과 같이 45˚ 의 각도로 비스듬히 입사시키면 원운동을 하면서 + x축 방향으로 진행하는 나선운동을 하게 된다. 이 경우 아래 물음에 답하시오.

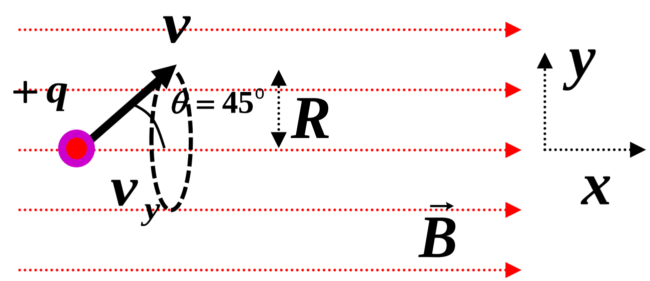
(가) 이 나선 운동의 반지름 R 을 주어진 변수들 (m, v, q, B) 로 나타내시오.

**풀이** 자기력에 의해 자기장에 수직인 $V_y$ 성분에 의해 등속원운동을 하므로 자기력= 구심력이다.

자기력= 구심력 $$qv_yB = m\frac{v_y^{\,2}}{R}$$

$$\Rightarrow R = \frac{mv_y}{qB} = \frac{mv\sin 45^\circ}{qB} = \frac{mv}{\sqrt{2}qB}$$

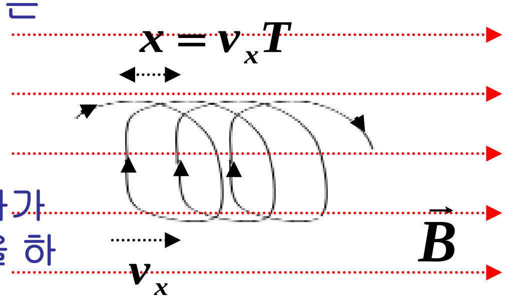
$$\left(v_y = v\sin 45^\circ = \frac{v}{\sqrt{2}}\right)$$




(나) x 축 주위를 한번 회전하는 동안 x 축 방향의 거리를 주어진 변수들 (m, v, q, B) 로 나타내시오.

x 축을 중심으로 $V_y$ 의 속력으로 한 바퀴 도는 데 걸린 시간 (원운동 주기) 는

$$T = \frac{2\pi R}{v_y} = \frac{2\pi}{v_y}\left(\frac{mv_y}{qB}\right) = \frac{2\pi m}{qB}$$




이고 전하는 x 방향으로 $V_x$ 의 일정한 속력으로 등속 직선 운동한다. 전하가 1회전 하는 데 진행한 x 방향의 거리는 속력 $V_x$ 에 주기 T (1회전 원운동을 하는 데 걸리는 시간)을 곱하여 얻을 수 있다.

$$\therefore x = v_xT = v\cos 45^\circ = \frac{v}{\sqrt{2}}\frac{2\pi m}{qB} = \frac{\sqrt{2}\pi mv}{qB}$$

$$\left(v_x = v\sin 45^\circ = \frac{v}{\sqrt{2}}\right)$$