Ex. อิเล็กตรอนตัวหนึ่งถูกเร่งจากอยู่นิ่งผ่านความต่างศักย์ 2000 V เข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ ทำให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมรัศมี 0.18 m จงหาขนาดของสนามแม่เหล็ก และถ้าความเร็วของอิเล็กตรอนทำมุม 45° กับทิศของสนาม จงหารัศมีของการเคลื่อนที่

วิธีทำ สถานการณ์แรก อิเล็กตรอนถูกเร่ง ทำให้มีอัตราเร็วค่าหนึ่ง จากนั้นผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็ก โดยทิศทางของความเร็ว (ซึ่งก็คือทิศทางการเคลื่อนที่) ของอิเล็กตรอนตั้งฉากกับสนาม

อัตราเร็วของอิเล็กตรอน หาจาก "พลังงานจลน์ที่เพิ่มขึ้น = งานที่แรงไฟฟ้ากระทำต่อประจุผ่านความต่างศักย์"

$$
\begin{aligned}
E_{\mathrm{k}} &= qV \\
\frac{1}{2}mv^2 &= qV \\
v &= \sqrt{\frac{2qV}{m}} \\
&= \sqrt{\frac{2(1.6\times10^{-19})(2000)}{9.1\times10^{-31}}} \\
\therefore \quad v &= 2.65\times10^{7}\ \mathrm{m/s}
\end{aligned}
$$

อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ตั้งฉากกับสนาม จึงได้ว่า $\vec{v}$ ทำมุมกับ $\vec{B}$ เท่ากับ 90°

$$
\begin{aligned}
F_{\mathrm{B}} &= qvB\sin 90^\circ \\
\therefore \quad F_{\mathrm{B}} &= qvB
\end{aligned}
$$

จากความรู้เรื่องการเคลื่อนที่เป็นวงกลม "แรงสุทธิ = มวล × ความเร่งสู่ศูนย์กลาง"

$$
\begin{aligned}
\sum F &= ma_{\mathrm{C}} \\
F_{\mathrm{B}} &= m\frac{v^2}{R} \\
qvB &= m\frac{v^2}{R} \\
\text{ดังนั้น} \qquad B &= \frac{mv}{qR} \\
&= \frac{(9.1\times10^{-31})(2.65\times10^{7})}{(1.6\times10^{-19})(0.18)} \\
\therefore \quad B &= 8.37\times10^{-4}\ \mathrm{T}
\end{aligned}
$$

สถานการณ์ต่อมา ถ้า $\vec{v}$ ทำมุม 45° กับ $\vec{B}$ จะได้ขนาดของแรงแม่เหล็กเท่ากับ

$$
\begin{aligned}
F_{\mathrm{B}} &= qvB\sin\theta \\
&= (1.6\times10^{-19})(2.65\times10^{7})(8.37\times10^{-4})\sin 45^\circ \\
\therefore \quad F_{\mathrm{B}} &= 2.51\times10^{-15}\ \mathrm{N}
\end{aligned}
$$

แทน F_B ลงในสมการการเคลื่อนที่เป็นวงกลม $F_{\mathrm{B}} = m\frac{v^2}{R}$ เพื่อหารัศมี R

$$\begin{aligned} F_{\mathrm{B}} &= m\frac{v^2}{R} \\ R &= \frac{mv^2}{F_{\mathrm{B}}} \\ &= \frac{(9.1\times10^{-31})(2.65\times10^{7})^2}{2.51\times10^{-15}} \\ \therefore \qquad R &= 0.255 \text{ m} \end{aligned}$$

Ex. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ด้วยพลังงานจลน์เท่ากับ 2×10^4 eV เข้าไปในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอขนาด 1 เทสลา จงหารัศมีของการเคลื่อนที่ในกรณีต่างๆ ดังต่อไปนี้ (กำหนดให้ 1 eV $= 1.6\times10^{-19}$ J)

(ก) ความเร็วของอิเล็กตรอนและสนามแม่เหล็กตั้งฉากกัน

(ข) ความเร็วของอิเล็กตรอนและสนามแม่เหล็กทำมุมกัน 60°

วิธีทำ (ก) $\vec{v}$ และ $\vec{B}$ ทำมุมกัน 90° ดังนั้นจาก $F_{\mathrm{B}} = qvB\sin\theta$ และ $F_{\mathrm{B}} = m\frac{v^2}{R}$ จึงได้ว่า

$$\begin{aligned} qvB\sin\theta &= m\frac{v^2}{R} \\ \text{ดังนั้น} \qquad R &= \frac{mv}{qB\sin\theta} \qquad \cdots\cdots(1) \end{aligned}$$

หาค่าอัตราเร็ว v จากพลังงานจลน์ โดยใช้สมการ $E_{\mathrm{k}} = \frac{1}{2}mv^2$ ซึ่ง $E_{\mathrm{k}} = (2\times10^4)(1.6\times10^{-19}) = 3.2\times10^{-15}$ J ดังนี้

$$\begin{aligned} E_{\mathrm{k}} &= \frac{1}{2}mv^2 \\ v &= \sqrt{\frac{2E_{\mathrm{k}}}{m}} \\ &= \sqrt{\frac{2(3.2\times10^{-15})}{(9.1\times10^{-31})}} \\ \therefore \qquad v &= 8.39\times10^{7} \text{ m/s} \end{aligned}$$

แทนค่าต่างๆ ลงในสมการ (1) จะได้

$$\begin{aligned} R &= \frac{mv}{qB\sin\theta} \\ &= \frac{(9.1\times10^{-31})(8.39\times10^{7})}{(1.6\times10^{-19})(1)\sin 90^\circ} \\ \therefore \qquad R &= 4.77\times10^{-4} \text{ m} \\ &= 0.477 \text{ cm} \end{aligned}$$

(ข) กรณี $\vec{v}$ ทำมุม 60° กับ $\vec{B}$ สามารถใช้สมการ (1) ที่หาไว้ได้ โดยแทน $\theta = 60^\circ$ ดังนี้

$$\begin{aligned} R &= \frac{mv}{qB\sin\theta} \\ &= \frac{(9.1\times10^{-31})(8.39\times10^{7})}{(1.6\times10^{-19})(1)\sin 60^\circ} \\ \therefore \quad R &= 5.51\times10^{-4}\ \mathrm{m} \\ &= 0.551\ \mathrm{cm} \end{aligned}$$

จะเห็นว่ากรณี 90° ซึ่งให้ขนาดของ $\vec{F}_\mathrm{B}$ สูงสุด ทำให้ความเร่งสู่ศูนย์กลางมีค่าสูงสุดด้วย รัศมีการเคลื่อนที่เป็นวงกลมจึงน้อยที่สุด ส่วนกรณี $\vec{v}$ ทำมุม 60° กับ $\vec{B}$ จะทำให้มีองค์ประกอบของความเร็ว $\vec{v}$ ในแนวขนานกับสนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ และองค์ประกอบของความเร็วนี้จะทำให้เส้นทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนไม่ซ้ำเป็นวงกลมบนระนาบเดิม แต่จะเคลื่อนแต่ละวงออกไปเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่แบบเกลียว