หน่วยที่ 10
สมการแมกซ์เวลล์

10.1 บทนำ

สมการแมกซ์เวลล์เป็นสมการพื้นฐานที่กล่าวถึงสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก ซึ่งเขียนขึ้นโดยนักฟิสิกส์ชาวสก็อตชื่อ เจมส์ เคลิก แมกซ์เวลล์ (James Clerk Maxwell) ในที่นี้จะกล่าวถึงสมการแมกซ์เวลล์ในสองส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นสมการแมกซ์เวลล์ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสถิตกล่าวคือสนามนั้นไม่แปรตามเวลา ในกรณีนี้สนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กจะเป็นอิสระต่อกัน ส่วนที่สองเป็นสมการแมกซ์เวลล์ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ซึ่งกรณีนี้สนามทั้งสองคือสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กจะมีความเกี่ยวโยงกันในลักษณะที่เมื่อสนามหนึ่งเปลี่ยนแปลงตามเวลาจะก่อให้เกิดอีกสนามหนึ่งขึ้น เช่นถ้าสนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามเวลาจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาก็จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าขึ้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เป็นพื้นฐานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านั่นเอง

10.2 สมการแมกเวลล์ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสถิต

สนามแม่เหล็กไฟฟ้าสถิต เป็นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีลักษณะของสนามไฟฟ้าสถิตคือ สนามไฟฟ้าที่มีลักษณะคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาซึ่งเกิดจากประจุไฟฟ้าที่หยุดนิ่ง และ สนามแม่เหล็กแบบคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาซึ่งเกิดจากกระแสไฟฟ้าคงที่ (ประจุไฟฟ้า เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่) สมการแมกเวลล์ได้กล่าวถึงสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสถิตในสองรูปแบบ คือแบบจุด (Point Form) และแบบอินติกรัล (Integral Form) ดังต่อไปนี้

สมการที่ 1 ของแมกซ์เวลล์

รูปแบบจุด

เมื่อพิจารณาที่จุดหนึ่งในอวกาศว่าง จะได้ว่า ไดเวอร์เจนซ์ของความหนาแน่นของ ฟลักซ์ไฟฟ้าจะมีค่าเท่ากับความหนาแน่นของประจุเชิงปริมาตรที่จุดนั้น หรือเขียนเป็นสูตรได้ ดังนี้

$$\nabla \cdot \bar{D} = \rho_v \tag{10.1}$$

เมื่อ

$\bar{D}$ คือความหนาแน่นของฟลักซ์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น C/m^2

ρ_v คือความหนาแน่นของประจุเชิงปริมาตร มีหน่วยเป็น C/m^3

เมื่อตีความจากค่าไดเวอร์เจนซ์ สมการนี้จะให้สถานะว่า เส้นแรงไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรที่ ออกจากหน่วยปริมาตรเล็กๆ จะมีค่าเท่ากับความหนาแน่นของประจุเชิงปริมาตรที่จุดนั้นนั่นเอง

รูปแบบอินติกรัล

$$\oint_S \bar{D} \cdot d\bar{S} = Q = \int \rho_v dv \tag{10.2}$$

สมการที่ 1 ของแมกซ์เวลล์ในรูปแบบอินติกรัล เป็นสมการกฎของเกาส์นั่นเอง ซึ่งกล่าวว่าฟลักซ์ ไฟฟ้าที่ออกจากผิวปิดใดๆ มีค่าเท่ากับประจุสุทธิที่ถูกปิดล้อมด้วยผิวปิดนั้น

สมการที่ 2 ของแมกซ์เวลล์

รูปแบบจุด

กล่าวว่า เคิร์ลของสนามแม่เหล็กมีค่าเท่ากับความหนาแน่นของกระแส หรือเขียนเป็น สูตรได้ดังนี้

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{J} \tag{10.3}$$

เมื่อ

$\bar{H}$ คือสนามแม่เหล็ก มีหน่วยเป็น A/m

$\bar{J}$ คือความหนาแน่นของกระแส มีหน่วยเป็น A/m^2

รูปแบบอินติกรัล

$$\oint \bar{H} \cdot d\bar{L} = I = \int_S \bar{J} \cdot d\bar{S} \tag{10.4}$$

สมการที่ (10.4) เป็นกฎวงจรของแอมแปร์นั่นเอง ซึ่งกล่าวว่า การอินทิเกรตเชิงเส้นความแรงสนามแม่เหล็ก เป็นเส้นวงปิดใดๆ ได้เท่ากับกระแสตรงที่ถูกปิดล้อมรอบด้วยเส้นวงปิดนั้นๆ

สมการที่ 3 ของแมกซ์เวลล์

รูปแบบจุด

กล่าวว่า เคิร์ลของสนามไฟฟ้า $\bar{E}$ จะมีค่าเป็นศูนย์ เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\nabla \times \bar{E} = \bar{0} \tag{10.5}$$

รูปแบบอินติกรัล

$$\oint \bar{E} \cdot d\bar{L} = 0 \tag{10.6}$$

สมการที่ (10.6) กล่าวว่าอินทิเกรตสนามไฟฟ้าตามเส้นรอบวงปิดใดๆ จะได้ค่าเป็นศูนย์ ด้วยคุณสมบัตินี้จะได้ว่าสนามไฟฟ้าสถิตเป็นสนามแบบอนุรักษ์ (Conservative Field)

สมการที่ 4 ของแมกซ์เวลล์

รูปแบบจุด

กล่าวว่า ไดเวอร์เจนซ์ของความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก จะมีค่าเป็นศูนย์ เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\nabla \cdot \bar{B} = 0 \tag{10.7}$$

เมื่อ

$\bar{B}$ คือความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก มีหน่วยเป็น Wb/m^2 หรือ T (Tesla)

รูปแบบอินติกรัล

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 \tag{10.8}$$

สมการที่ (10.8) กล่าวว่าอินทิเกรตเชิงผิวความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กตลอดทั่วทั้งผิวนั้น มีค่าเป็นศูนย์

ตัวอย่างที่ 10.1 จงหาความหนาแน่นของประจุเชิงปริมาตรที่จุด P(1, -2, 0) เมื่อกำหนดให้ความหนาแน่นของฟลักซ์ไฟฟ้าที่บริเวณนี้มีค่าเป็น $\vec{D} = xy^2\hat{a}_x + yx^2\hat{a}_y + z\hat{a}_z$ C/m^2

<u>วิธีทำ</u>

จาก $\nabla \cdot \vec{D} = \rho_v$

เนื่องจากสนามเป็นสนามในระบบพิกัดทรงเหลี่ยม ดังนั้น

$$\nabla \cdot \vec{D} = \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z}$$

$$= \frac{\partial}{\partial x}\left(xy^2\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(yx^2\right) + \frac{\partial}{\partial z}(z)$$

$$= y^2 + x^2 + 1$$

ดังนั้นความหนาแน่นของประจุเชิงปริมาตรที่จุด P(1, -2, 0) จึงมีค่าเท่ากับ

$$\rho_v = \nabla \cdot \vec{D}$$

$$= y^2 + x^2 + 1$$

$$= (-2)^2 + 1^2 + 1$$

$$= 6 \quad \text{C/m}^3$$

<u>ตอบ</u> 6 C/m^3

ตัวอย่างที่ 10.2 กำหนดสนามแม่เหล็ก $\vec{H} = y^2 z\,\hat{a}_x + 2(x+1)\,yz\,\hat{a}_y - (x-1)z^2\,\hat{a}_z$ A/m จงหาความหนาแน่นของกระแส $\vec{J}$

<u>วิธีทำ</u>

จาก $\nabla \times \vec{H} = \vec{J}$

และสนามแม่เหล็ก $\vec{H}$ ระบุในพิกัดทรงเหลี่ยม จะได้

$$\nabla \times \vec{H} = \left[\frac{\partial}{\partial y}(H_z) - \frac{\partial}{\partial z}(H_y)\right]\hat{a}_x + \left[\frac{\partial}{\partial z}(H_x) - \frac{\partial}{\partial x}(H_z)\right]\hat{a}_y + \left[\frac{\partial}{\partial x}(H_y) - \frac{\partial}{\partial y}(H_x)\right]\hat{a}_z$$

แทนค่า $H_x = y^2 z$, $H_y = 2(x+1)yz$ และ $H_z = -(x-1)z^2$ จะได้

$$\nabla \times \vec{H} = \left[\frac{\partial}{\partial y}\left[-(x-1)z^2\right] - \frac{\partial}{\partial z}[2(x+1)yz]\right]\hat{a}_x + \left[\frac{\partial}{\partial z}(y^2 z) - \frac{\partial}{\partial x}\left[-(x-1)z^2\right]\right]\hat{a}_y + \left[\frac{\partial}{\partial x}[2(x+1)yz] - \frac{\partial}{\partial y}(y^2 z)\right]\hat{a}_z$$

$$= -2y(x+1)\hat{a}_x + \left[y^2 + z^2\right]\hat{a}_y + [2yz - 2yz]\hat{a}_z$$

$$= -2y(x+1)\hat{a}_x + \left[y^2 + z^2\right]\hat{a}_y$$

<u>**ตอบ**</u> $-2y(x+1)\hat{a}_x + \left[y^2 + z^2\right]\hat{a}_y$ A/m^2

10.3 สมการแมกเวลล์ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

เมื่อสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงตามเวลา สนามทั้งสองจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน สมการแมกซ์เวลล์ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ทั้งแบบจุดและแบบอินติกรัล

สมการที่ 1 ของแมกซ์เวลล์

ยังคงไม่เปลี่ยนแปลงจากกรณีสนามแบบสถิต

รูปแบบจุด

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho_v \qquad (10.9)$$

รูปแบบอินติกรัล

$$\oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = Q = \int \rho_v dv \qquad (10.10)$$

สมการที่ 2 ของแมกซ์เวลล์

รูปแบบจุด

$$\nabla \times \bar{H} = \bar{J} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} \qquad (10.11)$$

รูปแบบอินติกรัล

$$\oint \bar{H} \cdot d\bar{L} = I + \int_S \frac{\partial \bar{D}}{\partial t} \cdot d\bar{S} \qquad (10.12)$$

สมการที่ (10.11) แสดงถึงความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก กล่าวคือ เคิร์ลของสนามแม่เหล็กจะมีค่าเท่ากับความหนาแน่นของกระแสรวมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้าเทียบกับเวลา

สมการที่ (10.12) แสดงถึงปริมาณ $\bar{H} \cdot d\bar{L}$ รอบเส้นวงปิดหนึ่งจะมีค่าเท่ากับผลรวมของกระแสกับปริมาณผลรวมของอัตราการเปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลาของสนามไฟฟ้าในแนวตั้งฉากบนพื้นที่ที่ถูกปิดล้อมด้วยวงปิดนั้น

สมการที่ 3 ของแมกซ์เวลล์

รูปแบบจุด

$$\nabla \times \bar{E} = -\frac{\partial \bar{B}}{\partial t} \qquad (10.13)$$

สมการที่ (10.13) แสดงให้เห็นว่าเคิร์ลของสนามไฟฟ้าจะมีค่าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงในเชิงลบของสนามแม่เหล็กเทียบกับเวลา

รูปแบบอินติกรัล

$$\oint \bar{E} \cdot d\bar{L} = -\int_S \frac{\partial \bar{B}}{\partial t} \cdot d\bar{S} \qquad (10.14)$$

สมการที่ (10.14) แสดงถึงปริมาณ $\bar{E} \cdot d\bar{L}$ รอบเส้นวงปิดหนึ่งจะมีค่าเท่ากับผลรวมแบบลบของอัตราการเปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลาของสนามแม่เหล็กในแนวตั้งฉากบนพื้นที่ที่ถูกปิดล้อมด้วยวงปิดนั้น

สมการที่ 4 ของแมกซ์เวลล์

ยังคงไม่เปลี่ยนแปลงจากกรณีสนามแบบสถิต

รูปแบบจุด

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \qquad (10.15)$$

รูปแบบอินติกรัล

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0 \qquad (10.16)$$

ตัวอย่างที่ 10.3 ในตัวกลางที่มี $\varepsilon = 8,\ \mu = 2$ และ $\sigma = 0$ ถ้า $\vec{E} = 200\pi \sin(10^8 \pi t)\sin(\beta z)\hat{a}_x$ V/m จงหาสนามแม่เหล็ก $\vec{H}$ ที่สอดคล้องกับสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ ตามสมการแมกซ์เวลล์

<u>**วิธีทำ**</u>

สนามไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตาม t และ z ดังนั้นตามสมการแมกซ์เวลล์จะได้

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

หาค่า $\nabla \times \vec{E}$ ดังต่อไปนี้

$$\nabla \times \vec{E} = \begin{vmatrix} \hat{a}_x & \hat{a}_y & \hat{a}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_x & E_y & E_z \end{vmatrix}$$

เนื่องจากสนามไฟฟ้าปรากฏเฉพาะ E_x

$$\nabla \times \vec{E} = \begin{vmatrix} \hat{a}_x & \hat{a}_y & \hat{a}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ E_x & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$$\nabla \times \vec{E} = \frac{\partial E_x}{\partial z}\hat{a}_y - \frac{\partial E_x}{\partial y}\hat{a}_z$$

และ E_x เป็นฟังก์ชั่นของ t และ z จึงได้

$$\nabla \times \vec{E} = \frac{\partial E_x}{\partial z}\hat{a}_y$$

ในที่นี้ $E_x = 200\pi \sin(10^8 \pi t)\sin(\beta z)$

$$\nabla \times \vec{E} = \frac{\partial\{200\pi \sin(10^8 \pi t)\sin(\beta z)\}}{\partial z}\hat{a}_y$$

$$= 200\pi \sin(10^8 \pi t)\frac{\partial \sin(\beta z)}{\partial z}\hat{a}_y$$

$$= 200\beta\pi \sin(10^8 \pi t)\cos(\beta z)\hat{a}_y$$

เพราะฉะนั้น

$$\nabla \times \vec{E} = 200\beta\pi \sin(10^8 \pi t)\cos(\beta z)\hat{a}_y$$

แต่เนื่องจาก

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

ดังนั้น

$$\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -200\beta\pi \sin(10^8 \pi t)\cos(\beta z)\hat{a}_y$$

หรือ

$$\frac{\partial B_y}{\partial t} = -200\beta\pi \sin(10^8 \pi t)\cos(\beta z)$$

แต่ $B_y = \mu_R\mu_0 H_y = 2\mu_0 H_y$

$$\frac{\partial H_y}{\partial t} = -\frac{200\beta\pi}{2\mu_0}\sin(10^8 \pi t)\cos(\beta z)$$

$$H_y = -\frac{200\beta\pi\cos(\beta z)}{2\mu_0}\int \sin(10^8 \pi t)\,dt$$

$$= -\frac{200\beta\pi\cos(\beta z)}{10^8 \pi 2\mu_0}\int \sin(10^8 \pi t)\,d(10^8 \pi t)$$

$$= -\frac{200\beta\pi\cos(\beta z)}{2\times 10^8 \pi\mu_0}\{-\cos(10^8 \pi t)\}$$

$$H_y = \frac{\beta 10^{-6}}{\mu_0}\cos(10^8\pi t)\cos(\beta z)$$

ดังนั้นสนามแม่เหล็กที่สอดคล้องกับสนามไฟฟ้าตามสมการแมกซ์เวลล์คือ

$$H_y = \frac{\beta 10^{-6}}{\mu_0}\cos(10^8\pi t)\cos(\beta z) \qquad \text{A/m}$$

หรือ

$$\vec{H} = \frac{\beta 10^{-6}}{\mu_0}\cos(10^8\pi t)\cos(\beta z)\hat{a}_y \qquad \text{A/m}$$

ตอบ $\frac{\beta 10^{-6}}{\mu_0}\cos(10^8\pi t)\cos(\beta z)\hat{a}_y$ A/m

---

ตัวอย่างที่ 10.4 ถ้าความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก $\vec{B} = 3e^{-x-at}\hat{a}_z$ Wb/m^2 ในอวกาศว่างที่มีสภาพนำไฟฟ้า $\sigma = 0$ จงใช้สมการของแมกซ์เวลล์คำนวณหาสนามไฟฟ้า $\vec{E}$

วิธีทำ

จาก

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0}$$

$$= \frac{3}{\mu_0}e^{-x-at}\hat{a}_z \qquad \text{A/m}$$

จากสมการแมกซ์เวลล์

$$\nabla\times\vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}$$

ในที่นี้ $\vec{J} = \sigma\vec{E} = 0$

$$\nabla\times\vec{H} = \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}$$

หาค่า $\nabla\times\vec{H}$ ดังต่อไปนี้

$$\nabla\times\vec{H} = \begin{vmatrix} \hat{a}_x & \hat{a}_y & \hat{a}_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ H_x & H_y & H_z \end{vmatrix}$$

ในที่นี้ $H_x = H_y = 0$

$$\nabla \times \vec{H} = \begin{vmatrix} \hat{a}_x & \hat{a}_y & \hat{a}_z \\ \dfrac{\partial}{\partial x} & \dfrac{\partial}{\partial y} & \dfrac{\partial}{\partial z} \\ 0 & 0 & H_z \end{vmatrix}$$

$$\nabla \times \vec{H} = \frac{\partial H_z}{\partial y}\hat{a}_x - \frac{\partial H_z}{\partial x}\hat{a}_y$$

เนื่องจาก $\vec{H}$ เป็นฟังก์ชั่นของ t และ x ทำให้

$$\frac{\partial H_z}{\partial y} = 0$$

ดังนั้น

$$\nabla \times \vec{H} = -\frac{\partial H_z}{\partial x}\hat{a}_y$$

และ $$H_z = \frac{3}{\mu_0}e^{-x-at}$$

$$\nabla \times \vec{H} = -\frac{3}{\mu_0}\frac{\partial e^{-x-at}}{\partial x}\hat{a}_y$$

$$= -\frac{3}{\mu_0}e^{-x-at}\frac{\partial(-x-at)}{\partial x}\hat{a}_y$$

$$= \frac{3}{\mu_0}e^{-x-at}\hat{a}_y$$

จาก

$$\nabla \times \vec{H} = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

ดังนั้น

$$\frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = \frac{3}{\mu_0}e^{-x-at}\hat{a}_y$$

$$\vec{D} = \hat{a}_y\frac{3}{\mu_0}\int e^{-x-at}dt$$

$$\vec{D} = -\hat{a}_y \frac{3}{a\mu_0}\int e^{-x-at}\,d(-x-at)$$

$$= -\frac{3e^{-x-at}}{a\mu_0}\hat{a}_y$$

จาก

$$\vec{E} = \frac{\vec{D}}{\varepsilon_0}$$

$$= -\frac{3e^{-x-at}}{a\mu_0\varepsilon_0}\hat{a}_y$$

ตอบ $-\frac{3e^{-x-at}}{a\mu_0\varepsilon_0}\hat{a}_y$

☺☺☺☺☺

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 10

1. จากสมการแมกซ์เวลล์ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบสถิตต่อไปนี้ ให้เติมความให้สมบูรณ์

   ก) $\nabla\cdot\vec{D}$ = ………… ข) $\nabla\times\vec{H}$ = …………

   ค) $\nabla\times\vec{E}$ = ………… ง) $\nabla\cdot\vec{B}$ = …………

2. จากสมการแมกซ์เวลล์ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบเปลี่ยนแปลงตามเวลาต่อไปนี้ ให้เติมความให้สมบูรณ์

   ก) $\nabla\cdot\vec{D}$ = ………… ข) $\nabla\times\vec{H}$ = …………

   ค) $\nabla\times\vec{E}$ = ………… ง) $\nabla\cdot\vec{B}$ = …………

3. จากสมการแมกซ์เวลล์ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบสถิตต่อไปนี้ ให้เติมความให้สมบูรณ์

   ก) $\oint_S \vec{D}\cdot d\vec{S} = Q =$ ……….. ข) $\oint \vec{H}\cdot d\vec{L} = I =$ …………

   ค) $\oint \vec{E}\cdot d\vec{L} =$ ………… ง) $\oint_S \vec{B}\cdot d\vec{S} =$ …………

4. จากสมการแมกซ์เวลล์ในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบเปลี่ยนแปลงตามเวลาต่อไปนี้ ให้เติมความให้สมบูรณ์

   ก) $\oint_S \vec{D}\cdot d\vec{S} = Q =$ ……….. ข) $\oint \vec{H}\cdot d\vec{L} = I +$ …………

   ค) $\oint \vec{E}\cdot d\vec{L} =$ ………… ง) $\oint_S \vec{B}\cdot d\vec{S} =$ …………

5. ในอวกาศว่างที่มีสภาพนำไฟฟ้า $\sigma = 0$ ถ้า $\vec{H} = 0.1\sin(10^8\pi t)\sin(y)\hat{a}_x$ A/m จงหาสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ ที่สอดคล้องกับสนามแม่เหล็ก $\vec{H}$ ตามสมการแมกซ์เวลล์

6. ในตัวกลางที่มี $\sigma = 0$, $\varepsilon_R = \mu_R = 1$ ถ้า $\vec{E} = 120\pi\cos(10^4\pi t - \beta x)\hat{a}_y$ V/m และ $\vec{H} = A\cos(10^6\pi t - \beta x)\hat{a}_z$ A/m สอดคล้องตามสมการของแมกซ์เวลล์ จงหา A และ β

☺☺☺☺☺