

解析電磁気学演習 (11) 磁性体 (June 26)

学籍番号:

氏名:

「解の導出過程」もきちんと書いて下さい。

1 東京工業大学大学院理工学研究科 電気電子工学専攻 H25 年度

“2)” は今回の範囲外なので解かなくてよい。

1) 磁性体中の磁界を H_m 、ギャップでの磁界を H_a とすると、アンペールの法則より $H_m l + H_a g = NI$ となる。

磁束密度を B とすると $H_m = \frac{B}{\mu_1}$ 、 $H_a = \frac{B}{\mu_0}$ となるので、

$$NI = \frac{l}{\mu_1} B + \frac{g}{\mu_0} B, \quad \therefore B = \frac{NI}{\frac{l}{\mu_1} + \frac{g}{\mu_0}}$$

3) 磁界は H_M で一様なので、 $B_2 = \mu_2 H_M$ 、 $B_0 = \mu_0 H_M$

4) ギャップでの磁束 Φ_g は

$$\Phi_g = B_0 \frac{\pi r^2}{2} + B_2 \frac{\pi r^2}{2} = \frac{\mu_0 + \mu_2}{2} \pi r^2 H_M$$

この磁束は磁性体中でも変わらないので、 $B_1 = \frac{\Phi}{\pi r^2}$ より、 $B_1 = \frac{\mu_0 + \mu_2}{2} H_M$

5) アンペールの法則から、 $NI = Hl + H_M g$ 、ここで $H = \frac{B_1}{\mu_1}$ から、

$$NI = \frac{B_1}{\mu_1} l + H_M g = \frac{\mu_0 + \mu_2}{2\mu_1} H_M l + H_M g = \frac{\mu_1 g + \frac{\mu_0 + \mu_2}{2} l}{\mu_1} H_M$$

2 東京工業大学大学院理工学研究科 電気電子工学専攻 H26 年度

7) $r > b$ において、

$$\begin{aligned} B_r^{r>b} &= B_0 \cos \theta + \frac{\mu_0 m \cos \theta}{2\pi r^3}, \\ B_\theta^{r>b} &= -B_0 \sin \theta + \frac{\mu_0 m \sin \theta}{4\pi r^3} \end{aligned}$$

$r < b$ において

$$\begin{aligned} B_r^{r<b} &= B_1 \cos \theta, \\ B_\theta^{r<b} &= -B_1 \sin \theta \end{aligned}$$

境界条件として、 $B_r^{r>b}(b) = B_r^{r<b}(b)$ 、 $\frac{B_\theta^{r>b}(b)}{\mu_0} = \frac{B_\theta^{r<b}(b)}{\mu}$ となるので、

$$\begin{aligned} B_0 \cos \theta + \frac{\mu_0 m \cos \theta}{2\pi b^3} &= B_1 \cos \theta, & \Leftrightarrow \frac{\mu_0 m}{2\pi b^3} - B_1 &= -B_0, \\ -\frac{B_0}{\mu_0} \sin \theta + \frac{m \sin \theta}{4\pi b^3} &= -\frac{B_1}{\mu} \sin \theta, & \Leftrightarrow \frac{m}{4\pi b^3} + \frac{B_1}{\mu} &= \frac{B_0}{\mu_0} \end{aligned}$$

8) 上の境界条件を解いて

$$\begin{aligned} |m| &= \frac{\mu - \mu_0}{\mu_0(2\mu_0 + \mu)} 4\pi b^3 B_0 \\ |B_1| &= \frac{3\mu}{2\mu_0 + \mu} B_0 \end{aligned}$$