

磁化と磁化電流 (演習問題)

v3.2 Mar.2022

凡例: ◇ 教科書 ♡ 演習書 ♠ 他文献

番号: _____ 氏名: _____

- ♡ 長さ l [m] で、断面積が S [m²] の円柱磁性体が磁化 \vec{M} [A/m] で磁化されている。この磁性体の磁気モーメントは \vec{m} [Am²] 幾らか。^{*1} (演習書, 基礎 7.2)
- 半径 a の球の表面に面電荷密度 σ [C/m²] で一様に電荷が分布しているものとする。この球が中心軸の周りに角周波数 ω [rad/s] で回転している場合、この帯電球の磁化 \vec{M} [A/m] の強さを求めよ。^{*2} (湯本, 電気磁気学の基礎, p.118, 例題 6.1)
- 半径 $r = 10$ mm で高さ $h = 20$ mm の円柱状の磁性体が $M = 1.0 \times 10^3$ A/m で軸方向に一様に磁化されている。磁化電流の大きさを求めよ。^{*3} (湯本, 電気磁気学の基礎, p.129, 演習 6.1)
- 電子一つあたりのスピン磁気モーメント m_{spin} はボーア磁子と呼ばれ、 $\mu_B = \frac{eh}{4\pi m}$ で与えられる。ただし、 m は電子の質量、 h はプランク定数である。ボーア磁子の大きさを求めよ。^{*4} (原, 理工系の基礎物理 電気磁気学, p.122)

- 磁気の根源である軌道磁気モーメント \vec{m}_{orb} とスピン磁気モーメント \vec{m}_{spin} について、原子モデルを使って説明せよ。^{*5}
- 磁性体の種類とその性質について簡単に説明せよ。^{*6}
- 反磁性が生じるメカニズムについて説明せよ。^{*7}
- キュリー温度について説明せよ。^{*8}
- 超伝導とマイスナー効果について説明せよ。^{*9}
- 断面積 S [m²]、長さ L [m] の直方体形状の磁性体が長さ方向 (z 方向) に一様に磁化されている。分子レベルの等価微小ループ電流 I_b [A] が断面内に n_S 個、長さ方向に n_L 個積層されているとして、磁化、磁化電流密度、磁化電流を求めよ。^{*10}

★ 公式集

磁化ベクトルと磁化電流

$$\vec{M} = \frac{\sum_i \vec{m}_i}{V}, \quad \text{磁化ベクトル (単位体積あたりの平均)} \quad (1)$$

$$\vec{J}_{Sb} = \vec{M} \times \hat{n}, \quad \text{磁化面電流密度 [A/m]} \quad (2)$$

$$I_b = \int_C \vec{M} \cdot d\vec{l}, \quad \text{磁化電流 [A]} \quad (3)$$

^{*1} 答え: $\vec{M}Sl$ [Am²]

^{*2} 答え: $\sigma\omega a$ [A/m]

^{*3} 答え: 20 A

^{*4} 答え: 9.27×10^{-24} Am²

^{*5} 答え: 略

^{*6} 答え: 略

^{*7} 答え: 略

^{*8} 答え: 略

^{*9} 答え: 略

^{*10} 答え: $\frac{n_L I_b}{L} \hat{z}$ [A/m], $\frac{n_L I_b}{L} \hat{\phi}$ [A/m], $n_L I_b \hat{\phi}$ [A], ただし、 $\hat{\phi}$ は z 軸に対して右ねじの方向を示す。