

電磁気学1 演義 第12回 アドバンストクラス追加問題

中性子は磁気双極子モーメントを持ち、それは $\mathbf{m} = g_n \mu_N \mathbf{s}$ と書ける。ここで、 $\hbar \mathbf{s}$ は中性子のスピン角運動量ベクトルで、 $|\mathbf{s}| = 1/2$ である。 ($\hbar = h/(2\pi)$ で、 h はプランク定数。) また、 $\mu_N := e\hbar/(2m_p)$ は核磁子 (nuclear magneton) で (m_p は陽子の質量), $g_n \simeq -3.8$ は中性子の g 因子 (Landé 因子ともいう) である。以下では、超冷中性子 (ultracold neutron, UCN, 運動エネルギーが $O(10^{-7})$ eV 以下の中性子) を偏極させる磁性体デバイスについて考える。

1. μ_N の値を eV/T の単位で求めよ。(有効数字 3 桁。)
2. 無限に広い一様に磁化した板の内外での磁場 \mathbf{B} を求めよ。ただし、板の法線を z 軸にとり、磁化ベクトルは $\mathbf{M} = M\hat{\mathbf{y}}$ とする。
3. この板に運動エネルギー K の中性子を入射する。簡単のため、スピンの向きは y 軸に平行または反平行、つまり $\mathbf{s} = \pm\hat{\mathbf{y}}/2$ としよう。特定の向きのスピンを持つ中性子のみが板を透過し、その反対向きのスピンの中性子は反射されるような、 $B = |\mathbf{B}|$ の下限値を求めよ。
4. 速度が 5.0 m/s の中性子のエネルギーを eV で求め、対応する上の B の値を T の単位で求めよ。(有効数字 2 桁。)

ここで求めたような磁場は実際の強磁性体で実現できる。