

電磁気学 B 演習

第 4 回 [10 月 20 日 (金)]

1. 半径 a の円電流 I に対してビオ・サバルの法則と対称性を用いて円の軸上の磁場を計算せよ。また、 $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$ を用いて軸の近くで円柱座標における磁場の半径方向成分 $B_r(r, z)$ を求めよ。

ただし、円柱座標系における発散は

$$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r A_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial A_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$$

を用いてもよい。

2. 二つの同心導体からなる長い同軸ケーブルがある。内側の導体の半径は a である。外側の導体は内径 b 、外径は c である。二つの導体には反対方向に大きさが等しい定常電流 I が流れている。このとき $r < a$, $a < r < b$, $b < r < c$, および $c < r$ の四つの領域における磁場 \mathbf{B} を求めよ。
3. 円形導線に流れる電流 I が、円の中心において B_1 の磁場をつくっている。もし同じ長さの導線を巻数 N の小さなコイルにして、電流は同じに保ったとすると、コイルの中心の磁場 B_N は N と B_1 を用いてどう表されるか。ただし、導線の断面積は無視できるものとする。
4. 次の問題を解き、直線電流とソレノイドの対比を確認しなさい。
 - (1) 無限に長い直線電流 I から a の距離にある点 A につくる磁場を求めよ。さらに、有限の長さ l の直線電流が A 点につくる磁場を求め両者を比較せよ。ただし、有限長電流の両端と A 点を結ぶ線の、軸とのなす角をそれぞれ θ_1, θ_2 とせよ。
 - (2) 無限に長いソレノイド (単位長さあたりの巻数 n) に電流 I を流したときのソレノイド内部の磁場を求めよ。(ソレノイド内では磁場は一様、外部はゼロ)。さらにソレノイドの長さが有限長 l のとき、軸上の任意の点 A における磁場を求め両者を比較せよ。ただし、 A 点とソレノイド両端のコイルを結ぶ線の、軸とのなす角を θ_1, θ_2 とせよ。