

## 電磁気学第3,4章演習問題

演習 3.1 銅の電気伝導度  $\sigma$  は  $5.8 \times 10^7 \Omega^{-1} m^{-1}$  である。長さ  $1m$ 、断面積  $1mm^2$  の銅線に  $1A$  の電流を流した。

- (1) 銅線の両端間の電位差はいくらか。
- (2) この銅線に発生するジュール熱は何ワットか。

演習 3.2 図のような回路について、内部電流  $I_i, i = 1 \sim 5$  を  $J, R$  及び  $V$  で表せ。

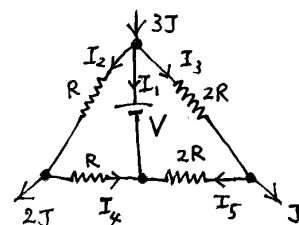


図 em3-9-2

演習 4.1  $y$  方向及び  $z$  方向にそれぞれ一様な電場  $\vec{E} = E\hat{y}$  と磁場  $\vec{B} = B\hat{z}$  がかかっているとき、電荷  $-e (e > 0)$ 、質量  $m$  の荷電粒子が  $x-y$  面内に描く軌跡を求めよ。但し、 $t = 0$  で粒子は原点に静止していたとせよ。

演習 4.2  $x-y$  平面上に原点を中心とした半径  $a$  の円環がありそこに強さ  $I$  の定常電流が流れている。その真上の点  $P = (0, 0, z)$  にできる磁束密度を求めよ。

演習 4.3 次の公式を示せ。

$$\vec{\nabla} a(\vec{x}) \times \vec{b}(\vec{x}') = \vec{\nabla} \times (a(\vec{x})\vec{b}(\vec{x}'))$$

演習 4.4  $z$  方向の強さ  $I$  の直線電流がつくる磁場  $\vec{B}$  を、まず  $\vec{A}$  を求め、その rotation をとる方法によって求めよ。(  $\vec{A}$  自体は無限大になる部分を含む。それをどう取り扱うべきかも考えよ。 )

演習 4.5  $\vec{\nabla} \times \vec{\nabla} \Lambda = 0$  を示せ。

演習 4.6 次の公式を示せ

$$\vec{\nabla} \times (\vec{\nabla} \times \vec{A}) = \vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{A}) - \nabla^2 \vec{A}$$

演習 4.7 講義で説明したソレノイドコイルの作る磁場の考察では、導線の太さを無視したため、磁場はソレノイドの内部と外部で不連続になっている。図のように導線の厚みまで考慮したとき磁束密度は実際どのようになるか、Ampère の法則を適用して調べよ。

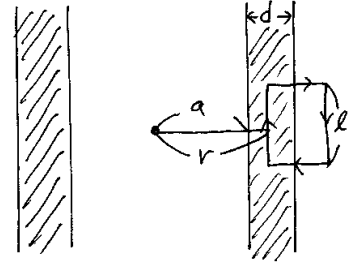


図 em4-17

演習 4.8 磁気双極子の作るベクトルポテンシャルは

$$\vec{A}_1(\vec{r}) = \frac{\mu_0 \vec{m} \times \vec{r}}{4\pi r^3}$$

で与えられるが、これから磁束密度を計算せよ。

演習 4.9  $x$ - $y$  平面に図のような一辺の長さが  $a$  の正方形型の回路を置き、強さ  $I$  の電流を流す。

(a) 遠方 ( $a \ll r = |\vec{x}|$ ) におけるベクトルポテンシャル  $\vec{A}(\vec{x})$  を  $a/r$  の 2 次までの精度で求めよ。

(b) 遠方での磁束密度  $\vec{B}(\vec{x})$  を求め、電気双極子の作る電場の形と比較せよ。

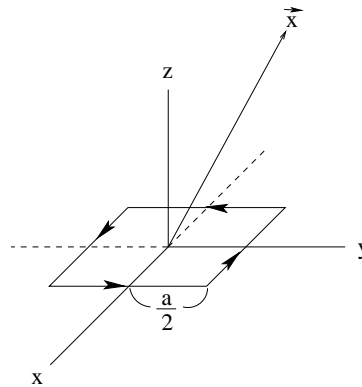


図 em4-23-2

演習 4.10 直径 1mm の導線を 1m あたり 1000 回巻いてつくったソレノイドコイルに電流を流して、1 Tesla の内部磁場をつくったとする。(i) どれだけの電流を流さねばならないか。(ii) このときコイルにかかる圧力は  $1\text{cm}^2$  あたり何キログラム重か。