

(問題 7 の続き)

問 2 以下の設問 (1) ~ (4) に答えよ。

$\nabla \times \mathbf{E} = 0$ を満たす渦なしの電場 \mathbf{E} は, $\mathbf{E} = -\nabla\Phi$ のように, スカラーポテンシャル Φ の勾配で記述することができる。このようなポテンシャルの勾配によって記述される場を, 保存場という。

- (1) 電場が保存場のみによって与えられるとき, 磁場は時間変化しない。このことをファラデーの電磁誘導の法則を用いて, 簡潔に答えよ。
- (2) 電場が保存場で与えられる場合, 閉ループに沿った電場の (周回) 積分はゼロとなる。このことを考慮して, 閉回路上に N 個の回路素子が存在し, i 番目の回路素子をもたらす電位差が $\Delta\Phi_i$ ($i=1 \sim N$) で与えられるとき, この電位差の総和に対する関係式を記述せよ。

一般的な金属導体は有限な電気伝導度 (抵抗) をもつ。そこを流れる電流密度 \mathbf{j} は電場 \mathbf{E} に比例し, 電気伝導度 σ ($\sigma > 0$) を用いてオームの法則 $\mathbf{j} = \sigma\mathbf{E}$ であらわされる。

- (3) 金属導体に電流が流れると, 電磁エネルギーがジュール熱として失われる。このジュール加熱率を求めよ。
- (4) この金属導体に電流が流れ続けるための条件をあげよ。