

(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  $\Phi$  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,  $i$  番目の回路素子がもたらす電位差が  $\Delta\Phi_i$  ( $i=1 \sim N$ ) 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  $\sigma$  ( $\sigma > 0$ ) 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。