

問題 11 電磁気学 (125 点)

以下の問い (問 1~問 4) に答えよ。

問 1 マクスウェルの方程式 (微分形) を書け。

問 2 真電荷と伝導電流が存在しない (すなわち, 電荷密度と電流密度がゼロの) 真空中における電場と磁場を考える。真空中では以下の関係が成り立つ。

$$\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E}, \quad \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{H}.$$

ここで, \mathbf{E} は電場, \mathbf{D} は電束密度, \mathbf{H} は磁場の強さ, \mathbf{B} は磁束密度, ϵ_0 と μ_0 はそれぞれ真空の誘電率と透磁率である。この関係式とマクスウェルの方程式から \mathbf{E} と \mathbf{H} についての波動方程式を導け。また, それぞれの波動が伝わる速さを記せ。尚, 必要があったら, 任意のベクトル \mathbf{A} について成り立つ恒等式

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

を用いよ。

問 3 ポインティング・ベクトルとは何か説明せよ。

問 4 静電容量 C_1 , C_2 のふたつのコンデンサーをそれぞれ電圧 V_1 , V_2 に充電してある。これについて次の問い (1)~(3) に答えよ。

(1) ふたつのコンデンサーの静電エネルギーの和はいくらか。

(2) ふたつのコンデンサーを並列に接続したとき, 電圧はいくらか。

(3) (2) のときの全体の静電エネルギーはいくらか。

また, この値は (1) の値と比べて大きいか小さいか。