

---

## 物理学 A(電磁気学) 試験問題

---

(教官名) 新田英雄 (クラス) 理 1 05,10,98 (試験実施日) 平成 15 年 2 月 12 日 (水) 4 限 (15:00-16:30, 90 分)  
教科書等の持ち込み不可, 答案用紙: 両面 1 枚, 計算用紙: 必要.

真空中に電荷密度  $\rho(r, t)$ 、電流密度  $\mathbf{j}(r, t)$  が分布しているとき電場  $\mathbf{E}(r, t)$  磁束密度  $\mathbf{B}(r, t)$  は Maxwell 方程式

$$\operatorname{div} \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}, \quad \operatorname{rot} \mathbf{B} - \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \mu_0 \mathbf{j}, \quad \operatorname{div} \mathbf{B} = 0, \quad \operatorname{rot} \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = 0$$

を満たす。ここに  $\epsilon_0$  と  $\mu_0$  は、それぞれ真空の誘電率と透磁率である。問題の解答に用いる物理量は、明確にその定義を与えること。また、問題が互いに関連すると考えられるときは他の問題で得られた結論を用いてよい。解答には SI 単位系を用いること。

1. 次の問いに答えよ。

- (a) Maxwell 方程式から出発して、電場に関する積分形の Gauss の法則を導け。
- (b) 直線に電荷が線密度  $\rho_l$  で一様に分布しているときの電場を求めよ。

2. 1 辺の長さが  $a$  の正方形の導線回路に定常電流  $I$  が流れているとき、中心に生じる磁束密度を求めよ。

3. 次の問いに答えよ。

- (a) 空間領域  $V$  内に静電場  $\mathbf{E}$  が持つエネルギーは

$$U = \int_V \frac{\epsilon_0}{2} E^2 d^3r$$

であることを示せ。必要ならば導出に静電ポテンシャルを用いてもよい。

- (b) 半径  $R$  の球内に電荷が一様な密度で分布している。総電荷を  $Q$ 、球の中心からの距離を  $r$  とするとき、電場のエネルギーを求めよ。空間を  $0 < r < R$  と  $R < r < \infty$  の 2 領域に分けて求めること。

4. Maxwell 方程式から出発して、磁束と起電力の関係を表す Faraday の電磁誘導の法則を導け。磁束と起電力の定義を明確に記すこと。

(以上)