

# 物理学基礎論 B (電磁気学) 講師：柴田

## 試験問題

問 1 電荷が面密度  $\sigma$  で一様に分布している無限に広い板がある。

- (a) この板から距離  $r$  だけ離れた位置での電場をガウスの法則を用いて求めよ。  
(b) ガウスの法則を用いずに電場を求めよ。

問 2 半径  $R$  の球中に一様に分布する電荷 (総電荷量  $Q$ ) によるポテンシャルを求めよ。

問 3 (a) 軸対称が成り立つ時、すなわち任意の関数  $f$  が中心軸からの距離  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$  のみで決まり  $f = f(r)$  と表される時、

$$\Delta f(r) = \frac{d^2 f(r)}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{df(r)}{dr} = \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( r \frac{df(r)}{dr} \right)$$

となることを証明せよ。

(b) 半径  $R$  の無限に長い円筒の内部に一様な密度  $\rho$  で電荷が分布している時、その電荷が作る電位をポアソン方程式を解くことによって求めよ。ただし、円筒の側面上の点における電位を 0 とする。

問 4 外径が  $a$ 、内径が  $b$  で高さが  $l$  の金属製の同心円状円筒容器に、電気伝導度  $\sigma$ 、誘電率  $\varepsilon$  の媒質が満たされている。この時、内外の側面を正負の電極として電流を流した時の電気抵抗を求めよ。また、これらが作るコンデンサーとしての電気容量を求めよ。

問 5 真空中の Maxwell 方程式は

$$\operatorname{div} \mathbf{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0} \quad (1)$$

$$\operatorname{div} \mathbf{B} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = -\operatorname{rot} \mathbf{E} \quad (3)$$

$$\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon_0} \left( \frac{1}{\mu_0} \operatorname{rot} \mathbf{B} - \mathbf{i} \right) \quad (4)$$

である。静電場 ( $\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \mathbf{0}$ ) 及び静磁場 ( $\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \mathbf{0}$ ) を仮定したとき、Maxwell 方程式 (1)~(4) の各方程式はそれぞれ何を表しているのか、その物理的意味を簡潔に説明せよ。

問 6 講義の感想を述べよ。講義で面白かった点、わかりにくかった点、改善してほしい点などを自由に記述してよい。(この問いにも配点されるので、必ず解答すること。)