

## 平成 28 年度 弁理士試験 論文式 筆記試験 問題

[電磁気学]

1. 図 1 (a) のように、真空の 3 次元  $xyz$  空間中に、原点を中心とする半径  $a$  ( $a > 0$ ) の導体球がある。この導体球に電荷  $Q$  を与えた。真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とする。以下では、電位の基準を無限遠とし、原点からの距離を  $r$  とせよ。

【35点】

- (1) 導体球の外部の点 ( $r > a$ ) における電場の大きさ  $E(r)$  及び電位  $V(r)$  を求めよ。  
 (2) 導体球の内部の点 ( $0 < r < a$ ) における電場の大きさ  $E(r)$  及び電位  $V(r)$  を求めよ。

さらに図 1 (b) のように、この導体球の周囲を厚さ  $a$  の誘電体 (誘電率  $2\epsilon_0$ ) で覆った。

- (3) 誘電体の外部の点 ( $r > 2a$ ) における電場の大きさ  $E(r)$  及び電位  $V(r)$  を求めよ。  
 (4) 誘電体の内部の点 ( $a < r < 2a$ ) における電場の大きさ  $E(r)$  及び電位  $V(r)$  を求めよ。  
 (5) 導体球の内部の点 ( $r < a$ ) における電場の大きさ  $E(r)$  及び電位  $V(r)$  を求めよ。

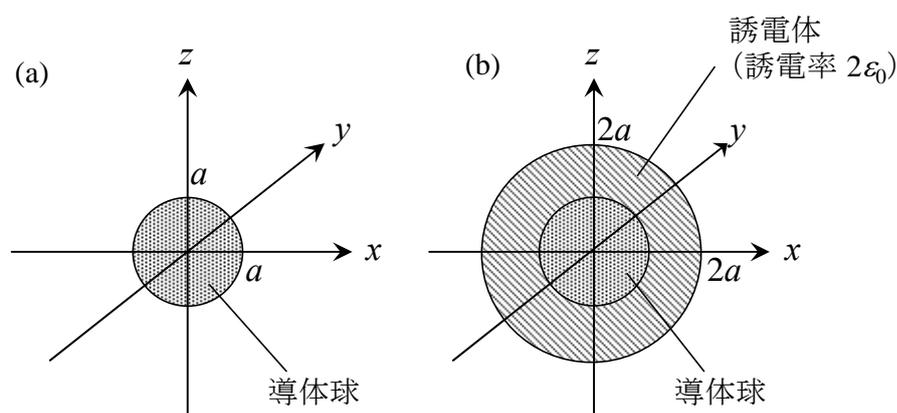


図 1

2. 導体 A でできた無限に長い円柱及び導体 B でできた厚みのある円筒が真空中で中心軸が一致するように置かれている。図 2 はその断面図を示す。円柱の直径は  $2a$ 、円筒の内径は  $4a$ 、外径は  $6a$  である。内側の円柱に電流  $I$  を中心軸方向に流す（紙面に垂直方向）。外側の円筒には同じ向きに電流  $5I$  を流す。電流は導体内を一様に流れるものとする。真空の透磁率は  $\mu_0$ 、導体 A の透磁率は  $2\mu_0$ 、導体 B の透磁率は  $3\mu_0$  とする。中心軸からの距離を  $r$  として、 $0 < r < a$ 、 $a < r < 2a$ 、 $2a < r < 3a$ 、 $3a < r$  のそれぞれの領域における磁場の大きさ  $H(r)$  及び磁束密度の大きさ  $B(r)$  を求めよ。さらに、 $H(r)$  及び  $B(r)$  のグラフを描け。

【35点】

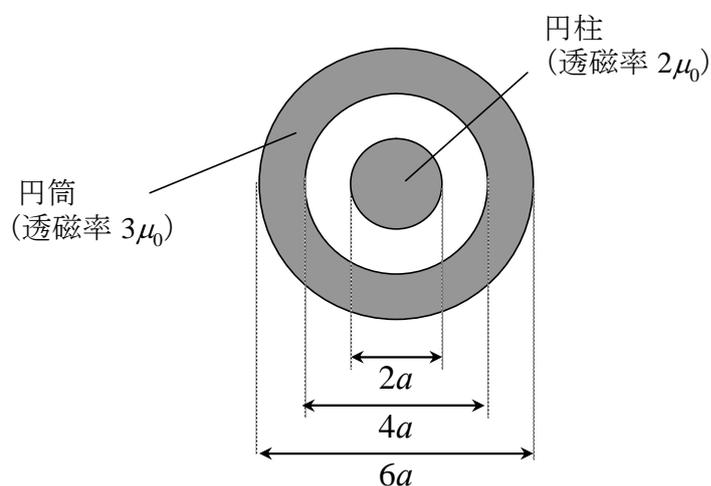


図 2

3. 図3のように、真空中を伝搬する波長 $\lambda_0$ の平面電磁波が誘電率 $\varepsilon = 3\varepsilon_0$ 、透磁率 $\mu = \mu_0$ の一様な媒質に入射する場合を考える。 $\varepsilon_0$ は真空の誘電率、 $\mu_0$ は真空の透磁率である。媒質の屈折率は $n = \sqrt{\varepsilon/\varepsilon_0}$ で与えられ、また、境界面を透過する電磁波（入射角 $\theta_0$ 、屈折角 $\theta_T$ ）に対して、スネルの法則 $n = \sin \theta_0 / \sin \theta_T$ が成り立つ。入射角が $\theta_0 = 60^\circ$ のとき、以下の問いに答えよ。

【30点】

- (1) 境界面を透過した電磁波の屈折角 $\theta_T$ 及び境界面で反射された電磁波の反射角 $\theta_R$ を求めよ。
- (2) 境界面を透過した電磁波の進む速さ $c_T$ 及び波長 $\lambda_T$ 、境界面で反射された電磁波の進む速さ $c_R$ 及び波長 $\lambda_R$ を求めよ。ここで、真空中を電磁波が進む速さを $c_0$ とする。
- (3) 入射波の電場ベクトル $\mathbf{E}_0$ が境界面に平行な場合、反射波の電場ベクトル $\mathbf{E}_R$ 及び透過波の電場ベクトル $\mathbf{E}_T$ の大きさを求めよ。ただし、電場及び磁場はそれぞれ、境界面に平行な成分が境界面の両側で等しい。また、電磁波の振動電場 $\mathbf{E}$ と振動磁場 $\mathbf{H}$ は直交し、それらの振幅比は $|\mathbf{E}|/|\mathbf{H}| = \sqrt{\mu/\varepsilon}$ である。

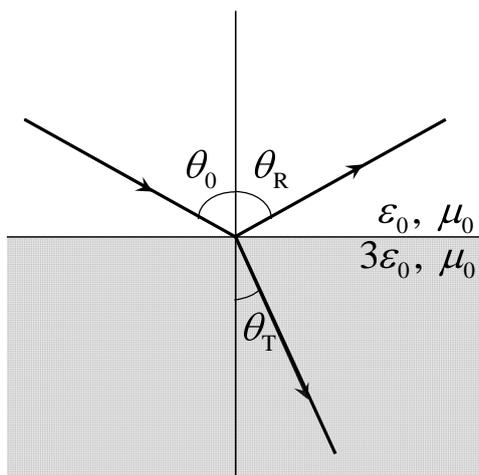


図3