

## 平成 21 年度 弁理士試験論文式筆記試験問題

[電磁気学]

1. 図 1 のように長さが  $L$ 、半径が  $a$  と  $b$  ( $a < b$ 、 $L \gg b$ ) の同軸円筒コンデンサーがある。外円筒を接地し、内円筒に電荷  $Q$  を与えたとき、以下の問いに答えよ。ただし真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とし、コンデンサーの両端での電場の乱れは無視してよい。

【30点】

- (1) 円筒間  $a < r < b$  と外側  $r > b$  における電場の向きと大きさを求めよ。ただし円筒の中心軸からの距離を  $r$  とする。
- (2) コンデンサーの静電容量と静電エネルギーを求めよ。

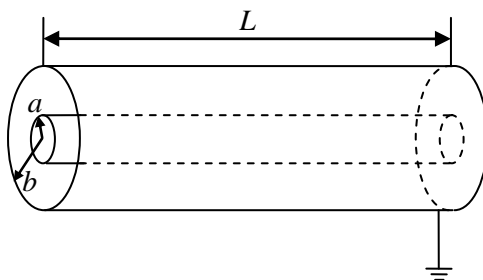


図 1

2. 図2のような抵抗率  $\rho$  の物質で作られた、半径  $a$ 、長さ  $L$  ( $L \gg a$ ) の円柱状の導線について、以下の問いに答えよ。

【40点】

- (1) 物質の抵抗率  $\rho$  が一様るとき、導線の抵抗を求めよ。
- (2) (1)において導線の両端に電圧  $V$  をかけて電流を流したとき生じるジュール熱を求めよ。
- (3) 物質の抵抗率  $\rho$  が一様でなく、電気伝導率  $\sigma$  ( $\sigma = 1/\rho$ ) が円柱の中心軸からの距離  $r$  ( $r \leq a$ ) に依存して

$$\sigma(r) = b + cr \quad (b > 0, c > 0)$$

の分布をもつとする。導線の両端に電圧  $V$  をかけて電流を流したとき、導線内部の電流密度  $i(r)$  を求めよ。またこのとき導線内外に作られる磁場を求めよ。ただし導線と真空の透磁率を  $\mu_0$  とする。また電場は空間について一様とし、導線の両端での磁場の乱れは無視してよい。

- (4) (3)において導線に生じるジュール熱を求めよ。また円柱側面を内向きに通過するポインティングベクトル  $\mathbf{E} \times \mathbf{H}$  を求め、ジュール熱との関係を示せ。

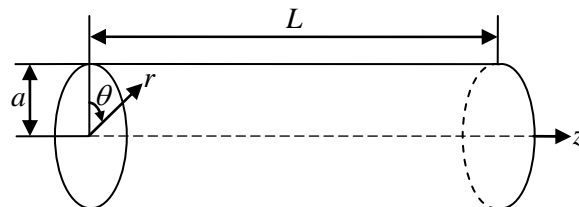


図2

3. 図3のように  $x < 0$  の領域 P に  $(B_x, B_y, B_z) = (0, 0, B_1)$ 、 $x > 0$  の領域 Q に  $(B_x, B_y, B_z) = (0, 0, B_2)$  の磁場がある ( $B_1 > 0$ 、 $B_2 > 0$ )。領域 P 内の  $x$  軸上の点 A から、質量  $m$ 、電荷  $q$  ( $q > 0$ ) をもつ粒子を初速度  $\mathbf{v}_0 = (0, v_0, 0)$  ( $v_0 > 0$ ) で打ち出したところ、粒子はその後向きを変えて  $y$  軸を垂直に横切った。この粒子の運動について以下の問いに答えよ。

【30点】

- (1)  $x < 0$  の領域 P で粒子に働く力の大きさを求めよ。
- (2) 粒子が点 A を出発してから  $y$  軸を横切るまでの時間を求めよ。
- (3) 粒子のその後の運動の概略を図示せよ。

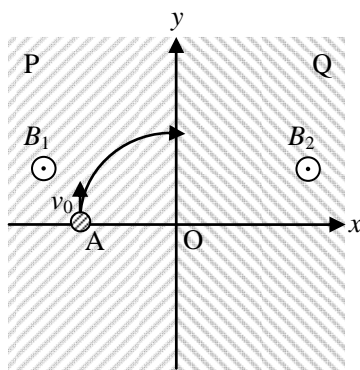


図3