

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 ϵ_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。

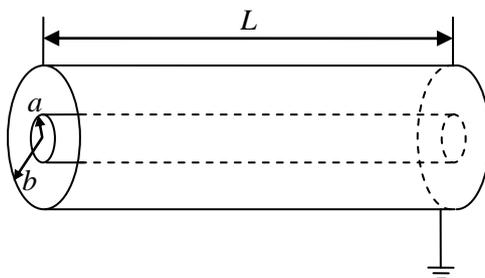


図 1

2. 図2のような抵抗率 ρ 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 ρ 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 ρ が一様でなく、電気伝導率 σ ($\sigma = 1/\rho$) 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 μ_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。

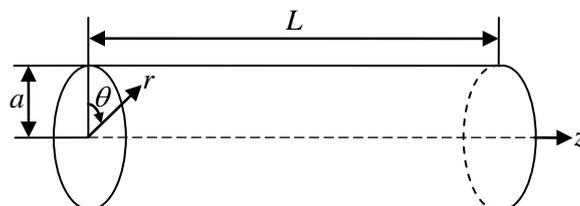


図2

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。

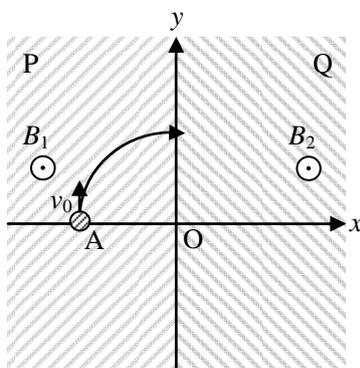


図3