平成２３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、真空中に置かれた半径aの導体球の表面に電荷Qが一様に分布している。球の中心からの距離をrとする。真空の誘電率をε_0とする。

【２５点】

(1)　電場の大きさ$E(r)$を求めよ。

(2)　電位$V(r)$を求めよ。無限遠における電位を$V(\infty)=0$とする。

図１の半径aの導体球の外側を半径$4a$の同心導体球殻で囲い、図２のように球形コンデンサーとして用いる。導体球殻の厚みは無視できるとする。

(3)　球形コンデンサーの静電容量C_1を求めよ。

さらに、図３のように半径aの導体球の外側が厚さa、誘電率$\varepsilon = 2\varepsilon_0$の誘電体で覆われているとする。

(4)　球形コンデンサーの静電容量C_2を求めよ。

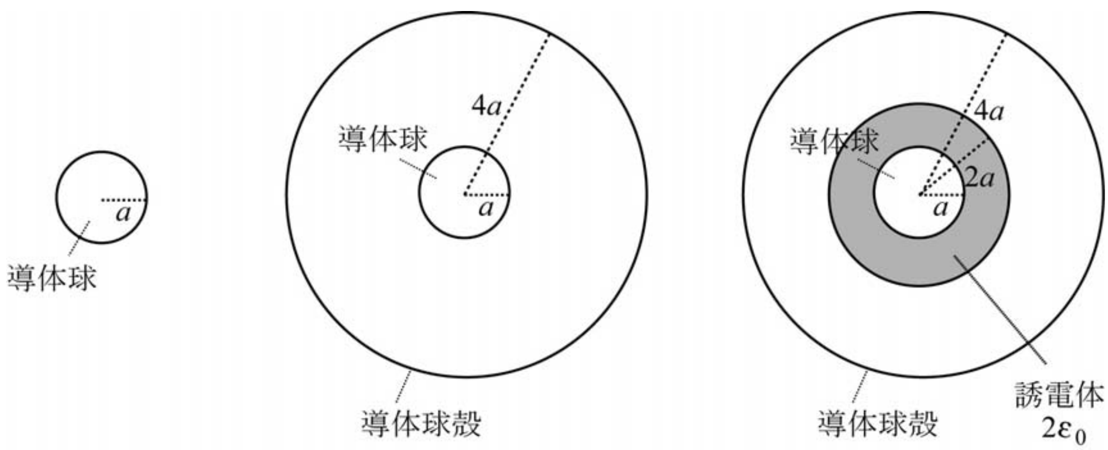

図１　　図２　　図３

２．図４のように、導体でできた無限に長い円柱と円筒（パイプ）が真空中で同じ軸上に置かれている。円柱の半径は a 、円筒の内側の半径は $2a$ 、円筒の外側の半径は $3a$ である（パイプの肉厚が a ）。円柱に電流 I を中心軸方向（紙面に垂直方向、奥から手前）に流す。円筒には反対向き（紙面に垂直方向、手前から奥）に電流 $2I$ を流す。電流は導体内を一様に流れる。導体の透磁率は真空の透磁率 μ_0 と同じとする。

【２５点】

(1)　中心軸からの距離を r として磁束密度 $B(r)$ を求めよ。

(2)　縦軸を $B(r)$、横軸を r として、$B(r)$ の概形をグラフに描け。

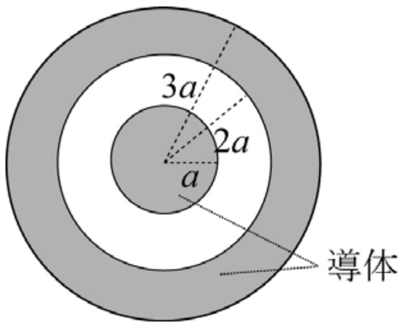

図４

３. 電荷Q_0が帯電した静電容量Cのコンデンサーと抵抗値Rの抵抗を用いて図５のような回路を組み、時刻$t=0$においてスイッチ S をつないだ。

【２５点】

(1)　時刻tにおいてコンデンサーに帯電している電荷$Q(t)$を求めよ。

(2)　時刻tにおいて回路を流れる電流$I(t)$を求めよ。

(3)　縦軸を$Q(t)$及び$I(t)$、横軸を時刻tとして、$Q(t)$及び$I(t)$の概形をグラフに描け。

(4)　時刻$t=0$から$t=t_0$までに抵抗で生じるジュール熱の積算量Wを求めよ。

抵抗値Rの抵抗、インダクタンスLのコイル、起電力Vの定電圧電源を用いて図６のような回路を組み、時刻$t=0$においてスイッチ S をつないだ。

(5)　時刻tにおいてコイルを流れる電流$I_L(t)$を求めよ。

(6)　時刻tにおいて上側の抵抗を流れる電流$I_R(t)$を求めよ。

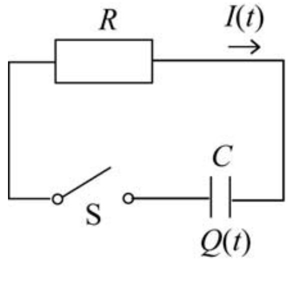

図５

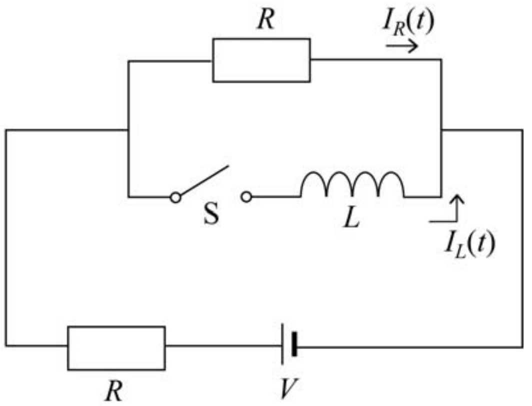

図６

４．一辺の長さが $2a$ 及び $2b$ の長方形の一巻きコイルがある。長方形の中心を原点として図７のように x 軸、y 軸、z 軸をとる。z 軸方向に磁場を印加し、その磁束密度は $\mathbf{B}=\left(0,0,B_0\cos\left(kx-\omega t\right)\right)$ で与えられるとする。B_0、k、ω は定数、コイルの抵抗は R とする。コイルに発生した誘導電流のつくる磁場による効果は無視してよい。

【２５点】

(1)　時刻 t においてコイルを貫く磁束 $\Phi\left(t\right)$ を求めよ。

(2)　時刻 t においてコイルに生じる誘導電流 $I\left(t\right)$ を求めよ。

(3)　時刻 t において磁場によりコイルにかかる力の大きさ $F\left(t\right)$ を求めよ。

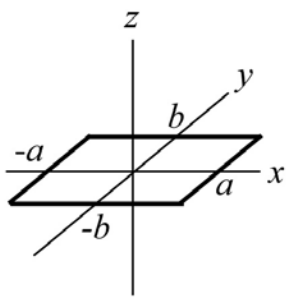

図７