平成２９年度弁理士試験論文式筆記試験問題

［電磁気学］

１　真空の３次元 xyz 空間中で、厚みが無視できる無限に広がった導体板１が平面 $z=0$ の位置に置かれている。導体板１には電荷が面電荷密度 σ_0（$\sigma_0>0$）で均一に分布している。$z=0$ において、電位 $V=0$ とする。真空の誘電率を ε_0 とする。

【４５点】

(1) 点 (x,y,z) における電場 $\mathbf{E}=\left(E_x,E_y,E_z\right)$ の z 成分 E_z と電位 V を求めよ。また E_z と V の概形を z の関数としてグラフに描け。

さらに、厚みが無視できる無限に広がった導体板２を平面 $z=d$（$d>0$）の位置に置く。導体板２には電荷が面電荷密度 $-\sigma_0$ で均一に分布している。

(2) 点 (x,y,z) における電場 $\mathbf{E}=\left(E_x,E_y,E_z\right)$ の z 成分 E_z と電位 V を求めよ。また E_z と V の概形を z の関数としてグラフに描け。

(3) 導体板１と導体板２をコンデンサーとして利用する場合の単位面積あたりの静電容量 C を求めよ。

さらに、厚みが無視できる無限に広がった導体板３を平面 $z=-d$ の位置に置く。導体板３には電荷が面電荷密度 $2\sigma_0$ で均一に分布している。

(4) 点 (x,y,z) における電場 $\mathbf{E}=\left(E_x,E_y,E_z\right)$ の z 成分 E_z と電位 V を求めよ。また E_z と V の概形を z の関数としてグラフに描け。

さらに、導体板１と導体板２の間に誘電率 $4\varepsilon_0$ の誘電体を充填し、導体板１と導体板３の間に誘電率 $2\varepsilon_0$ の誘電体を充填した。

(5) 点 (x,y,z) における電場 $\mathbf{E}=\left(E_x,E_y,E_z\right)$ の z 成分 E_z と電位 V を求めよ。また E_z と V の概形を z の関数としてグラフに描け。

２　真空の３次元 xyz 空間中で、向かい合う辺の長さがそれぞれ $2a$ 及び $2b$ の長方形のコイルに電流 I が流れている。コイルの頂点の位置は $\mathrm{A}(a,b,0)$, $\mathrm{B}(-a,b,0)$, $\mathrm{C}(-a,-b,0)$, $\mathrm{D}(a,-b,0)$ であり、A→B→C→D→A の向きに電流が流れている。コイルの導線の太さは無視できるものとする。微小電流 $I\mathbf{ds}$（電流の大きさ I 、電流の流れる方向と長さを表す微小ベクトル $\mathbf{ds}$ ）がベクトル $\mathbf{r}$ 離れた点に作る微小磁場は $\mathrm{d}\mathbf{B}=\dfrac{\mu_0}{4\pi r^2}I\mathrm{d}\mathbf{s}\times\dfrac{\mathbf{r}}{r}$ で与えられる（ビオ・サバールの法則）。真空の透磁率を μ_0 とする。コイルの中心に生じる磁束密度 $\mathbf{B}=(B_x,B_y,B_z)$ の z 成分 B_z を求めよ。

【２０点】

３　真空の３次元 xyz 空間を考える。時間に依存しない一様な磁場を z 軸方向に印加する。磁場の磁束密度は $\mathbf{B}=(0,0,B)$ で与えられる。真空の誘電率を ε_0、真空の透磁率を μ_0 とする。

【３５点】

(1) 電荷 q（$q>0$）をもつ質量 m の粒子を時刻 $t=0$ に原点から x 軸方向に初速 v_0（$v_0>0$）で打ち出す。時刻 t（$t>0$）における粒子の位置 (x,y,z) を求めよ。

さらに、時間に依存しない一様な電場 $\mathbf{E}=(E,0,0)$ を x 軸方向に印加する。

(2) 電荷 q（$q>0$）をもつ質量 m の粒子を時刻 $t=0$ に原点から x 軸方向に初速 v_0（$v_0>0$）で打ち出す。時刻 t（$t>0$）における粒子の位置 (x,y,z) を求めよ。