平成２７年度弁理士試験論文式筆記試験問題

［電磁気学］

１．３次元 xyz 空間中の静電場に関する以下の問いに答えよ。z 軸からの距離を $r=\sqrt{x^2+y^2}$ とする。真空の誘電率を ε_0 とする。

【４０点】

$x^2+y^2 \le a^2$ （$-\infty < z < \infty$）で記述される無限に長い円柱状の領域に、単位体積当たりの電荷密度 ρ （$\rho > 0$）で電荷が均一に分布している状況を考える。

(1) 点 (x, y, z) における電場の大きさ $E(r)$ を求めよ。ただし、$0<r<a$ および $r>a$ の場合について答えよ。

(2) 点 (x, y, z) における電位 $V(r)$ を求めよ。ただし、$r=a$ において、$V(a)=0$ とする。$0<r<a$ および $r>a$ の場合について答えよ。

$x^2+y^2 \le a^2$ （$-\infty < z < \infty$）の領域と $4a^2 \le x^2+y^2 \le 9a^2$ （$-\infty < z < \infty$）の領域に単位体積当たりの電荷密度 ρ （$\rho > 0$）で電荷が均一に分布している状況を考える。

(3) 点 (x, y, z) における電場の大きさ $E(r)$ を求めよ。$0<r<a$ 、$a<r<2a$ 、$2a<r<3a$ 、$3a<r$ の場合について答えよ。

２．３次元 xyz 空間を考える。xy 平面上の $x^2+y^2=9a^2$（$z=0$）で記述される位置に半径 $3a$ の円形の導線があり電流 I が反時計回りに（$z>0$ の点から見て）流れている。一般に、微小電流 $I\mathrm{d}\vec{s}$（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 $\mathrm{d}\vec{s}$）がベクトル $\vec{r}$ だけ離れた点に作る微小磁場は $\mathrm{d}\vec{B}=\dfrac{\mu_0 I}{4\pi r^2}\mathrm{d}\vec{s}\times\dfrac{\vec{r}}{r}$ で与えられる（ビオ・サバールの法則）。$r=|\vec{r}|$ とする。真空の透磁率を μ_0 とする。

【３０点】

(1) ビオ・サバールの法則を用いて、円の中心 $(0,0,0)$ に生じる磁束密度 $\vec{B}$ を求めよ。

(2) z 軸上の点 $(0,0,4a)$ に生じる磁束密度 $\vec{B}$ を求めよ。

３．自己インダクタンス L のコイル A、抵抗値 R の抵抗、電圧 V の理想的な直流電源を用いて図１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。コイル A の近くに、両端が解放されたコイル B が設置されている。コイル A とコイル B の相互インダクタンスを M とする。

【３０点】

(1) 時刻 t において回路を流れる電流 $I(t)$ を求めよ。

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

(3) 時刻 t においてコイル B に生じる誘導起電力 $V_{\mathrm{B}}(t)$ の大きさを求めよ。

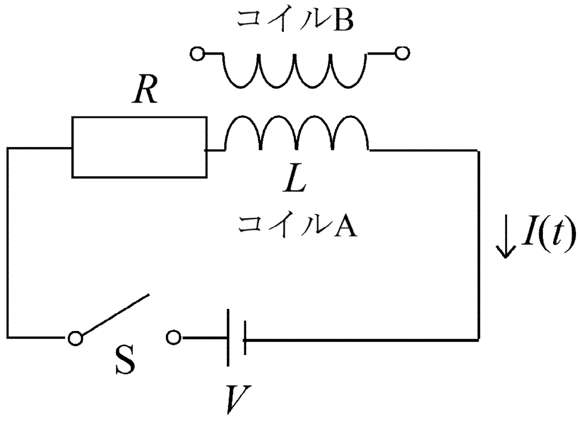

図１