平成 28 年度神戸大学大学院工学研究科博士課程前期課程入学試験

電磁気学

以下の問いについて、それぞれ指定された解答用紙に解答しなさい。

問題 1

面電荷密度 $\rho_s\,(C/m^2)$ が一様に分布した半径 $a\,(m)$ の円板を考える。円板は直交座標系のxy面内にあり、中心は座標の原点 (0,0,0) にある。円板の周りは誘電率 $\varepsilon_0\,(F/m)$の真空のとき、以下の問いに答えなさい。座標の単位はメートルである。

（1）$(0,0,h)$における電界を求めなさい。ただし、$h>0$である。

（2）$(0,0,h)$における電位を求めなさい。ただし、$h>0$である。

（3）$h\to 0$ 極限において電界がどのように変化するか説明しなさい。

（4）円板の面電荷密度に加え、円板を置いたxy面内の円板以外の部分に一様に面電荷密度 $-\rho_s\,(C/m^2)$ を分布させる。$(0,0,h)$ における電界がゼロとなるときの aと hの関係を求めなさい。ただし、$h>0$である。

再び､面電荷密度 $\rho_s\,(C/m^2)$ が一様に分布した半径 $a\,(m)$ の円板を考える。この円板をそのままにして、$z\geq l>0$ の領域が導体で満たされている場合、以下の問いに答えなさい。ただし、導体以外の領域は比誘電率 ε_r の物質で満たされている。$(0,0,h)$ における $h\to l$ 極限での下記の値を求めなさい。ここで、$l>h>0$ である。

（5）電界

（6）電位

（7）静電エネルギー密度

電磁気学

問題2

a、b、dをそれぞれ正の定数として、直交座標(x,y,z)上の点で、点A$(a,b,0)$、点B$(-a,b,0)$、点C$(-a,-b,0)$、点D$(a,-b,0)$、点P$(0,0,d)$とし、以下の問いに答えなさい。ただし、点は真空中にあって、その透磁率をμ_0とする。尚、（2）と（3）については、有限長さの電流Iから生じる磁界の大きさは、下図の点Kにおいて、図の垂直距離h、見込み角θ_1、θ_2を用いて、

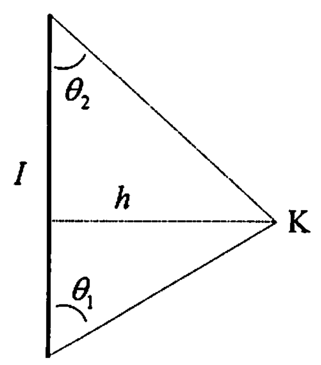
$$\frac{I}{4\pi h}\left(\cos\theta_1+\cos\theta_2\right)$$

と表されることを使ってもよい。

（1） y軸上の点$(0,r,0)$を通るx軸に平行な無限に長い導線があり、xの正の向きに電流I（>0）が流れている。ただし$r>b$とする。この電流により生じ、ABCDの長方形内を貫く磁束Φを求めなさい。

（2） 導線ABにA$\rightarrow$Bの向きに、導線DCにD$\rightarrow$Cの向きに、それぞれ正の電流I_1、I_2が流れている。電流により生じた磁界により、これらの導線に作用する力$\mathbf{F}$の大きさと向きを求めなさい。

（3） A$\rightarrow$B$\rightarrow$C$\rightarrow$D$\rightarrow$Aの向きに、導線AB、BC、CD、DAそれぞれに正の電流Iが流れている。この電流によりz軸上の点Pに生じる磁界$\mathbf{H}$の大きさと向きを求めなさい。



図