(H16)

平成１６年度大学院工学研究科（博士前期課程）専門試験問題

問題２２　電磁気・電磁波

設問すべてについて解答すること。

1．真空中（誘電率 ε_0 [F/m]，透磁率 μ_0 [H/m]）に置かれた平板に面密度 σ [C/m^2] の電荷が一様に分布している。

（1）平板の面積が無限大のとき，平板からの垂直距離 z [m]の位置にある点Ｐに生ずる電界の大きさ E_∞ [V/m]をガウスの定理から求めよ。

（2）平板が半径 a [m]の円板のとき，円板の中心から垂直距離 z [m]の位置にある点Ｐに生ずる電界の大きさ E_a [V/m]を電位から求めよ（図１参照）。

（3）E_a が E_∞ の半分となるための円板半径 a と中心からの距離 z との関係を求めよ。

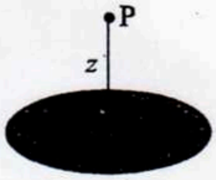

図１

2．図２において，真空中（誘電率 ε_0 [F/m]，透磁率 μ_0 [H/m]）に置かれた有限長 $2l$ [m]の直線状導線に電流 I [A]が流れている。

（1）ｘｙ面内の点Ｐでのベクトルポテンシャル $\boldsymbol{A}$ [Wb/m]を求めよ。ただし，円筒座標系における点Ｐの座標は $(r,\theta,0)$ とする。なお，電流密度を $\boldsymbol{J}$ [A/m^2]，電流の分布している体積を V [m^3]，その体積要素 dv [m^3]から考察点までの距離を R [m]として，$\boldsymbol{A}=\dfrac{\mu_0}{4\pi}\iiint_V \dfrac{\boldsymbol{J}}{R}dv$ [Wb/m]である。

（2）点Ｐでの磁界 $\boldsymbol{H}$ [A/m]を求めよ。

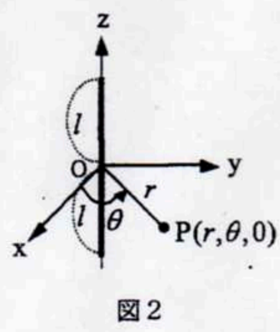

図２

注１：$\displaystyle\int\frac{dz}{\sqrt{z^2+r^2}}=\log|\sqrt{z^2+r^2}+z|$。　注２：円筒座標において，$\nabla\times\boldsymbol{A}=\dfrac{1}{r}\begin{vmatrix}\hat{r} & r\hat{\theta} & \hat{z}\\ \dfrac{\partial}{\partial r} & \dfrac{\partial}{\partial \theta} & \dfrac{\partial}{\partial z}\\ A_r & rA_\theta & A_z\end{vmatrix}$。

H16

H16

平成１６年度大学院工学研究科（博士前期課程）専門試験問題

問題 11　静電磁界・定常電流

すべての設問に解答すること。

注意：ここでは、物理量はすべて SI 単位系で表わされているとする。また、真空中の誘電率と透磁率を、それぞれ ϵ_0、μ_0 とする。

問 1. 図 1 のように、半径 a の導体球を、内半径 b、外半径 c の導体球殻が同心状に囲んでいる。($a < b < c$ である。) 導体球と導体球殻の間に、誘電率 ϵ_1 の物質が半径 t まで詰まっており、その外側に誘電率 ϵ_2 の物質が詰まっている。($a < t < b$ である。) 導体球に電荷 Q を与え、導体球殻を接地する。

（１）導体及び誘電体中の電界の強さ E、電束密度の大きさ D 及び電位 V を、中心からの距離 r の関数として求め、それらの概略を図示せよ。

（２）導体球と導体球殻間の静電容量を求めよ。

（３）２つの誘電体内の電界について、それらの強さの最大値が一致するための条件を示せ。

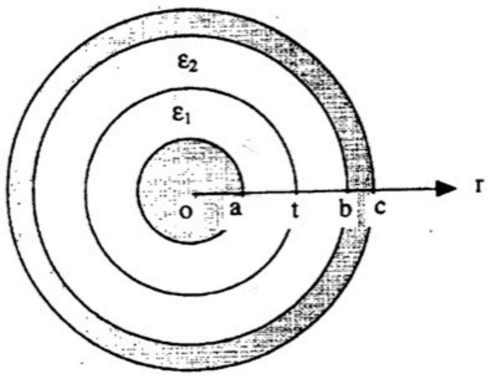

図 1：導体球と導体球殻及び導体間を埋めている誘電体

問 2．長さ無限、半径 R の円柱状導体がある。導体の透磁率を μ とする。円柱導体の中心を通る軸（z 軸とする）方向に、均一な電流 J が流れている。xy 面内の磁束密度 $\vec{B}$ を求めよ。