問題２　電磁気学　設問すべてについて解答すること。

Ｉ　内外半径がそれぞれa、bの十分長い同軸円筒導体がある。内円筒導体の外側表面（$r=a$）に、軸方向単位長さあたり＋Qの電荷、外円筒導体の内側表面（$r=b$）に、軸方向単位長さあたり－Qの電荷が一様に分布している。

（１）図１(a)に示すように、同軸円筒導体において、内円筒導体から半径c（$a<c<b$）のところまで誘電率ε_1、それから外円筒導体まで誘電率ε_2の誘電体で充填されているとき、同軸円筒導体の軸Ｏから距離r（$a<r<b$）の点の電界の大きさを求めよ。

（２）同図１(a)において、同軸円筒導体間の電位差V及び単位長さ当たりの静電容量Cを求めよ。

（３）同図１(a)において、同軸円筒導体間の電位差$V=1$ [V]のときの内円筒導体の外側表面（$r=a$）の電界の大きさをa、b、c、ε_1、ε_2を用いて表せ。

（４）図１(b)に示すように、同軸円筒導体を軸Ｏを通る平面で２等分し、一方を誘電率ε_1、他方を誘電率ε_2の誘電体で充填されているとき、同軸円筒導体の軸Ｏから距離r（$a<r<b$）の点の電界の大きさを求めよ。

（５）同図１(b)において、誘電率ε_1の誘電体に接する内円筒導体の外側表面（$r=a$）の面電荷密度をσ_1、誘電率ε_2の誘電体に接する内円筒導体の外側表面（$r=a$）の面電荷密度をσ_2とし、σ_1とσ_2を求めよ。

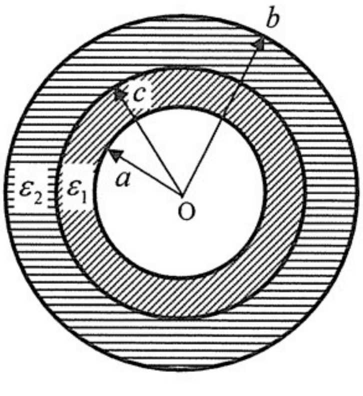


図１(a)

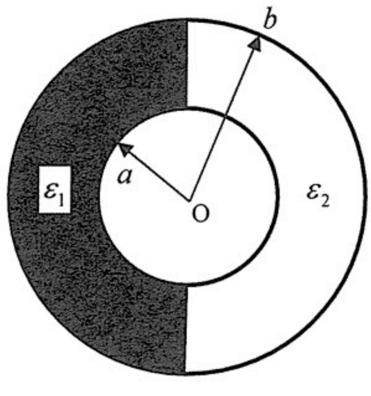


図１(b)

◇M1(854—4)

II 図 1 (a)に示すとおり、真空中に内半径 a [m]、外半径 b [m]の無限長円筒導体と幅 L [m]、厚さ d [m]の無限長矩形導体が、平行に置かれている。矩形導体は円筒導体の中心 O 点から距離 r_0 [m]の位置にあり、円筒導体には直流電流 I_1[A]が、矩形導体には直流電流 I_2[A]が、図に示す方向にそれぞれ流れている。ここで、$r_0 \gg d$ が成り立つものとする。真空中の透磁率はμ_0[H/m]とし、導体の透磁率も真空中と同じとする。次の（1）～（5）の問いについて答えよ。

（1） 円筒導体のどの垂直断面をとってもその断面が等電位面であり、導体の抵抗率が場所に寄らず一定な場合、導体中を直流電流は一様に流れ、その電流密度は場所によらず一定となる。その理由を述べよ。

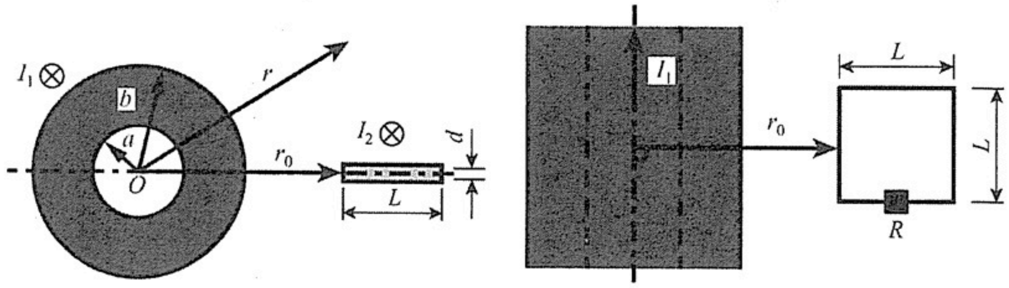
以下の問題では、円筒導体中および矩形導体中の各電流は、導体中を一様に流れているものとする。

（2） 矩形導体に流れる電流を $I_2=0$ としたとき、円筒導体中心から断面方向の任意の距離 r [m] ($0<r<\infty$) における磁束密度の大きさを求めよ。解答には磁束密度の単位を明記すること。

（3） 矩形導体に直流電流 I_2 が流れているとき、矩形導体の単位長さ当たりに働く力の大きさを求め、その方向を示せ。

（4） 図 1(b)に示すとおり、矩形導体の替わりに一辺が L [m]の正方形コイルを、円筒導体の中心より垂直方向の r_0 の位置に、円筒導体と平行に設置した。この正方形コイルには抵抗 R [Ω]が接続してある。正方形コイルの導線は完全導体で十分細く、その太さは無視でき、かつ抵抗 R の大きさも無視できるものとする。正方形コイル内を貫く磁束を求めよ。

（5） 問（4）において、正方形コイルを r_0 の位置（時刻 t =0）から r_0 の方向にコイルの形を変えることなく一定速度 v [m/sec]で動かしたとき、時刻 t [sec]のときに抵抗 R に流れる電流を求めよ。



(a) 各導体の垂直断面方向の配置図　　(b) 正方形コイルを配置した場合の上面図

図 1