電磁気学　ELECTROMAGNETICS

1. 電荷を与えられた導体に関して，以下の問いに答えよ．ただし真空の誘電率をε_0とする．

(1) 半径aの完全導体球に電荷Qを与える．

(1-1) 電荷はどこに分布するか説明し，その電荷密度を示せ．

(1-2) 球内外の電界の大きさと方向を示せ．

(2) 図 1-1 のように内球の半径r_1，外殻の内側の半径r_2，外殻の外側の半径r_3なる同心完全導体球殻の外殻に電荷Qを与える．

(2-1) このとき電荷はどのように分布するか．

(2-2) 次に内球に電荷qを与える．このときの電荷分布を説明せよ．

(2-3) 内球に電荷を与えたところ内球の電位が Vになった．このとき内球に与えた電荷qを求めよ．

(3) 図 1-2 のように半径Rの完全導体球の中に半径aとbの球状の 2 つの空洞がある．最初導体には電荷が無い状態から，2 つの空洞の中心に電荷q_aとq_bを置く．

(3-1) 外球と 2 つの内空洞に分布する電荷について説明せよ．

(3-2) 半径Rの導体球の外部の電界を求めよ．

(3-3) 2 つの内空洞の内部電界を求めよ．

(3-4) 外球に新たに電荷q_cを加えたとき，変化する物理量を答えよ．

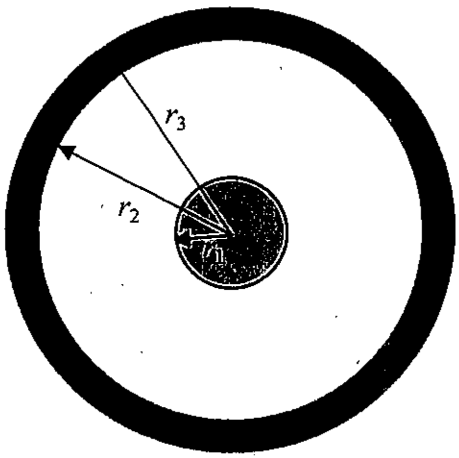

図 1-1

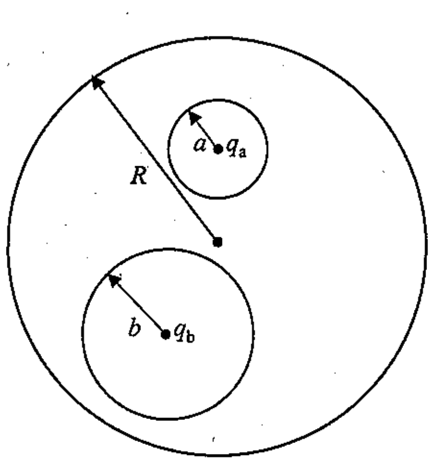

図 1-2

2. 真空中に置かれた導体の周囲の磁界について，以下の問いに答えよ．ただし真空の透磁率を μ_0 とする．

(1) 無限に長い，細い直線導体に直流電流 I が流れている．アンペールの法則を示し，導体から r だけ離れた位置の磁界の大きさを r の関数として表せ．

(2) 無限に長い，半径 a の直線導体に，直流電流 I が一様な電流密度で軸方向に流れているとき，導体の中心から r だけ離れた位置の導体内外の磁界の大きさを求め，r の関数として図示せよ．

(3) 無限に長い，半径 a の直線抵抗体に，直流電流 I が軸方向に流れている．抵抗体の抵抗率は中心からの距離に反比例しており，電位は横断面内で一様であるとするとき，中心から r だけ離れた位置での抵抗体内外の磁界の大きさを求め，r の関数として図示せよ．

(4) 無限に長い，半径 a の直線導体が，図 2 に示すように，厚さ b の真空層で隔てられた厚さ a の筒状導体で覆われており，内側の導体に，直流電流 I が一様な電流密度で軸方向に流れている．外側の導体に，直流電流 I または $-I$ を一様な電流密度で軸方向に流すとき，それぞれ，中心から r だけ離れた位置での導線内外の磁界の大きさを求め，r の関数として図示せよ．

(5) 問(4)の 2 つの導体それぞれに，直流電流 I が一様な電流密度で軸方向に流れているとき，これらの導体の間の中間点に，質量 m，電荷 q の荷電粒子をおいて，内側の導体の電流と同じ方向に速度 v_x，これに垂直な方向に速度 v_y を与えて発射する．このとき，この荷電粒子が導体に接触せずに飛び続けるために v_x と v_y が満たすべき関係を求めよ．

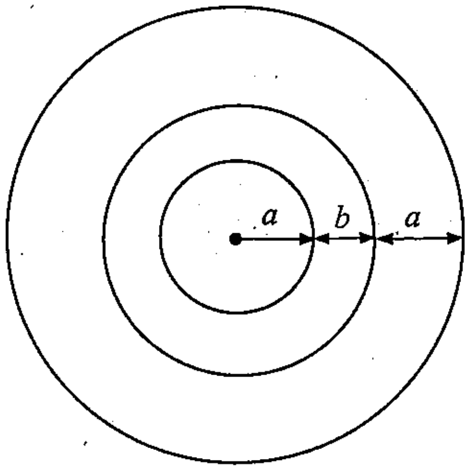

図 2