平成24年度・平成23年度（10月期） 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問 題 用 紙		
専攻名	電子情報工学専攻	
試験科目名	専門科目 ②電気磁気学	P.　2／7

注：問１と問２の解答は別々の答案用紙に書くこと．

問 1. 半径 a [m] の導体球 A の外側に，内半径 $2a$ [m]，外半径 $3a$ [m] の導体球殻 B が，導体球 A と中心を同じくして配置されている．ここで，a は正の定数であり，球 A の中心からの距離を r [m] とする．導体球 A と導体球殻 B との間 $a \leqq r \leqq 2a$ の領域は，誘電率が r の関数 $\varepsilon(r) = (\varepsilon_0 a)/r$ [F/m] で表される誘電体で満たされている．導体球殻 B を接地し，導体球 A に Q (>0) [C] の電荷を与えたとき，以下の問に答えよ．

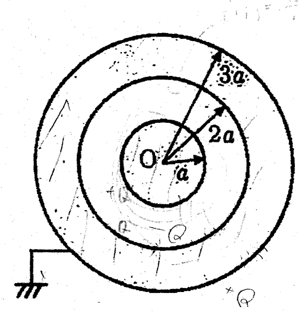

図 1

(1) $0 \leqq r \leqq 3a$ の範囲の電界を r の関数として求めよ．

(2) $0 \leqq r \leqq 3a$ の範囲の静電ポテンシャル（電位）を r の関数として求めよ．

(3) 導体球 A と導体球殻 B とからなるコンデンサの静電容量を求めよ．

(4) 導体間の領域における単位体積あたりの電界のエネルギーを求めよ．さらに，導体間領域に蓄えられる全静電エネルギーを求めよ．

問 2. 以下の問について導出の過程を含めて解答せよ．

(1) 図 2.1 に示すように，磁性体 1 と 2 が平面で境界を形成している．ただし，境界面上の面電流はなく，磁性体 1 と 2 の透磁率はそれぞれ μ_1, μ_2 [H/m] である．磁性体 1 内の磁束密度 $\boldsymbol{B}_1$ [T] が境界面の法線となす角度は θ_1 である．一方，磁性体 2 内の磁束密度 $\boldsymbol{B}_2$ [T] が境界面の法線となす角度は θ_2 である．磁束密度 $\boldsymbol{B}_1$, $\boldsymbol{B}_2$ の境界面に対する法線方向成分および接線方向成分を，それぞれ B_{1n}, B_{2n}, B_{1t}, B_{2t}（単位はすべて [T]）と表す．磁束密度 $\boldsymbol{B}$ [T] に関して $\oint \boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{S} = 0$（ガウスの法則）が成り立つことを用いて，境界面上の磁束密度の満たすべき条件を求めよ．

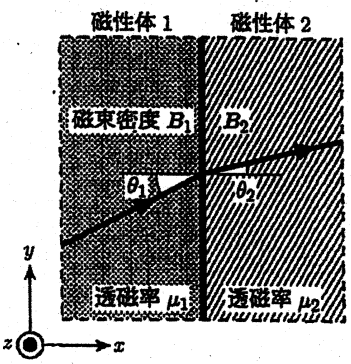

図 2.1 二種類の磁性体が接する境界面

(2) (1) において，磁界 $\boldsymbol{H}$ [A/m] に関して $\oint \boldsymbol{H}\cdot d\boldsymbol{l} = 0$（アンペアの法則）が成り立つことを用いて，境界面上の磁束密度の満たすべき条件を求めよ．

(3) (1) において，θ_1 と θ_2 の間に成り立つ関係式を求めよ．

(4) 図 2.2 に示すように，無限の大きさを持った磁性体内（透磁率 μ [H/m]）の磁束密度が均一な値 B_0 [T] であるとき，十分に細長い円柱状の空隙 ((直径 d [m])/(長さ l [m]) $\ll 1$, 透磁率 μ_0 [H/m]) が B_0 の向きと平行に空いている．この円柱状空隙内の磁束密度 B [T] の大きさと方向を求めよ．

(5) (4) と同様な磁性体中に，極めて薄い正方形平板状の空隙 ((厚み g [m])/(辺の長さ l) $\ll 1$, 透磁率 μ_0) が B_0 の向きに垂直に空いている．この空隙内の磁束密度 B の大きさと方向を求めよ．

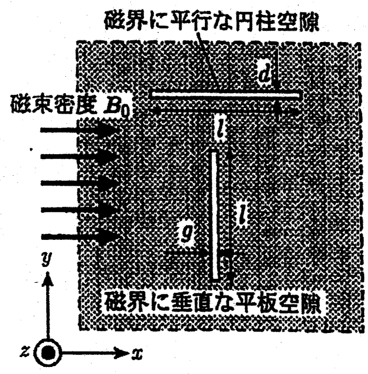

図 2.2 無限の大きさの磁性体（透磁率 μ）中の空隙