

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

誘電率が ϵ_0 (F/m) の真空中に、電荷密度が半径 r (m) に依存して $1/r$ (nC/m³) の関数で分布している。このとき、以下の問いに答えなさい。

- (1) 半径 a (m) における電界を求めなさい。
- (2) 原点と半径 a (m) の間の電位差を求めなさい。

この電荷分布を、同じ中心を持ち厚さが無視できる半径 a (m) の接地した導体球で囲む。導体球内が比誘電率 ϵ_r の誘電物質で満たされているとき、以下の問いに答えなさい。

- (3) 導体球に帯電している電荷密度を求めなさい。
- (4) 導体球内部の誘電物質に蓄えられる静電界のエネルギーを求めなさい。
- (5) 誘電物質中の分極を求めなさい。

電磁気学

問題 2

(1) 図 1 のように真空中に導体 A, B, C がある。導体 A, B は無限に広く十分に薄い板状の導体で, xy 平面に平行であり, 導体 A は $z = 3 \text{ cm}$, 導体 B は $z = -3 \text{ cm}$ を通る。導体 C は十分に薄い円筒状導体で, 中心軸が x 軸上にあり, 直径が $d = 4 \text{ cm}$ である。導体 A, B には x の負の方向に向かってそれぞれ単位長さ当たりの電流 K_A, K_B で電流が流れている。導体 C には x の正の方向に向かって単位長さ当たりの電流 $K_C = 5 \text{ mA/cm}$ で電流が流れている。

(1-1) $K_A = 4 \text{ mA/cm}$ のとき原点での磁界が 0 であった。 K_B を求めなさい。

(1-1) と同じ条件のとき, 次の位置での磁界 \mathbf{H} を求めなさい。

(1-2) $x = 0, y = 4 \text{ cm}, z = 2 \text{ cm}$ 。

(1-3) $x = 0, y = 0, z = 5 \text{ cm}$ 。

(2) 図 2 のように真空中に, 円板からなる平行平板コンデンサが設置されている。円板は z 軸に垂直で, 中心が z 軸上にあり, 半径が a である。また, 電極間の距離は d とする。コンデンサには交流電源が接続されており, 上側の電極の電位は, 下側の電極に対して $v(t) = v_0 \cos \omega t$ である。このときコンデンサの電極に蓄積される電荷によって生じる, 電極間の電界と磁界について調べる。尚, 真空中の誘電率を ϵ_0 , 透磁率を μ_0 とし, また, 電極の端の影響は無視できるとする。

(2-1) 電極間の電界 \mathbf{E} を求めなさい。

(2-2) 電極間の電束密度 \mathbf{D} を求めなさい。

(2-3) 電極間の変位電流密度 \mathbf{J}_D を求めなさい。

(2-4) 図に示す点線上での磁界 $\mathbf{H}(r)$ (r は z 軸からの距離で $r < a$) を求めなさい。

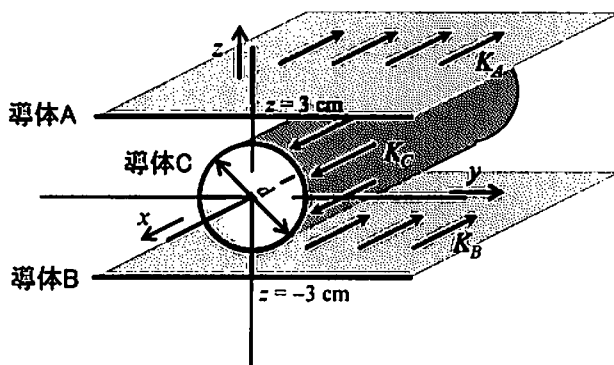


図 1

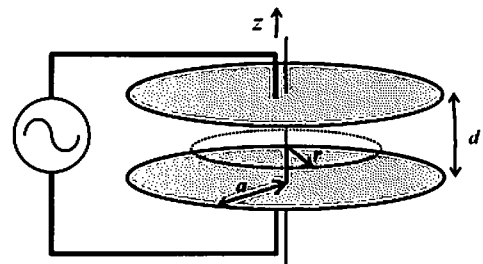


図 2