

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) の自由空間の $y = a$ (m), $z = 0$ (m) に、 x 軸に平行で無限に長い ρ_L (C/m) の線電荷を考える。ただし、 a と ρ_L は正の値である。

(1) $(0, 0, z)$ における電界 \mathbf{E} を求めなさい。座標の単位は m である。

$y = 0$ (m) に、接地された無限に広い完全導体(電気抵抗がゼロ)平面があるとき、上の線電荷によって生じる以下の値を求めなさい。

(2) $(0, 0, z)$ における電界 \mathbf{E} を求めなさい。

(3) $(0, 0, z)$ に誘起される電荷の面電荷密度を求めなさい。

(4) $(0, y, z)$ における電位 V を求めなさい。ただし、 y, z は正の領域とする。

(5) $V = V_0$ (V) の等電位面は y - z 面で円となる。その中心座標を求めなさい。

電磁気学

問題 2

(1) 真空中に円柱状の導体 A と円筒状の導体 B がある。図 1 は $z=0$ での断面で、導体 A は導体 B の内径内側に接することなく配置されている。また、2つの導体は z 方向に無限に長い。導体 A の中心軸を $(x, y) = (a, 0)$ 、半径を r 、導体 B の中心軸を $(x, y) = (0, 0)$ 、内半径を b 、外半径を d とする。導体 A には z 軸の正方向に向かって一定の電流密度 $J_A (>0)$ で、導体 B には z 軸の負方向に向かって一定の電流密度 $J_B (>0)$ で電流が流れている。

- (1-1) x 軸上の $-b < x < b$ の範囲での磁界 \mathbf{H} の大きさを求めなさい。
- (1-2) y 軸上の $-b < y < b$ の範囲での磁界 \mathbf{H} の大きさと磁界 \mathbf{H} の向きを表す単位ベクトルを求めなさい。ただし、(1-2)に限って導体 A は $x > 0$ の領域にあるとする。
- (1-3) $\pi r^2 J_A = \pi(d^2 - b^2) J_B = I$ のとき、 x 軸上 $d < x$ の範囲での磁界 \mathbf{H} の大きさを求めなさい。また、 a の値に応じて \mathbf{H} の向きがどのようになるか単位ベクトルを使って答えなさい。

(2) 図 2 のように鉄心にコイル 1 とコイル 2 が巻かれている。鉄心はトーラス状で図のように小円の面積が 20 mm^2 、大円の半径が 2 cm である。また、鉄心の比透磁率は 1000 、コイル 1 の巻き数が 10 、コイル 2 の巻き数が 40 である。尚、真空の透磁率は $4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ 、コイルに流す電流によって生じる磁束の鉄心からのもれは無視できるとする。

- (2-1) コイル 1 に 1 mA の電流を流したときに鉄心に生じる磁束密度の大きさを求めなさい。
- (2-2) コイル 1 の自己インダクタンスを求めなさい。
- (2-3) コイル 2 の自己インダクタンスを求めなさい。
- (2-4) コイル 1 とコイル 2 との間の相互インダクタンスを求めなさい。

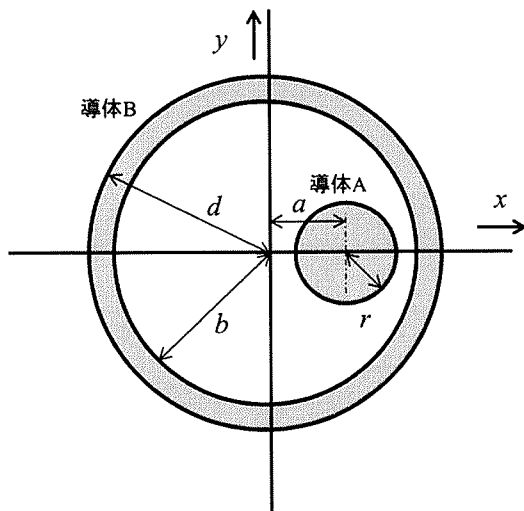


図 1

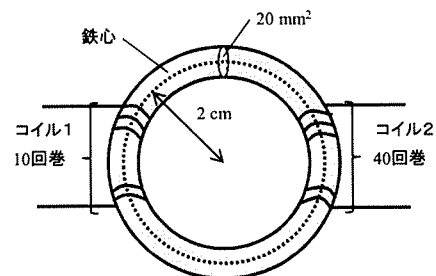


図 2