

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

自由空間（真空）に線電荷密度 ρ_L (C/m) の無限長線電荷を考える。この線電荷は $(0, 0, h)$ を通り、 x 軸に平行である。ただし、 $h > 0$ である。真空の誘電率は ϵ_0 (F/m) である。問題に与えられている座標は直交座標系であり、単位はメートルである。このとき、以下の問いに答えなさい。

(1) $(0, h, 0)$ における電界を求めなさい。

$z \geq 0$ の空間を比誘電率 ϵ_r の媒質で満たす。このとき、以下の問いに答えなさい。

(2) 誘電媒質のヘテロ界面では電界ベクトルは屈折する。 $(0, h, 0)$ において $z < 0$ の空間での電界ベクトルと z 軸のなす角度を求めなさい。

上記に加えて、 $z < 0$ の空間に xy 面に平行に、接地された完全導体（電気抵抗がゼロ）を満たす。このとき、以下の問いに答えなさい。

(3) 導体表面の $(0, h, 0)$ における電界を求めなさい。

(4) 導体表面の $(0, h, 0)$ に誘導される面電荷密度を求めなさい。

(5) V_0 (V) の等電位面の内部を比誘電率 ϵ_m の樹脂で満たす。ただし、 $V_0 \neq 0$ である。この時、導体表面の $(0, 0, 0)$ における電界を求めなさい。

電磁気学

問題 2

透磁率 μ_1 の磁性体 1 と透磁率 μ_2 の磁性体 2 が、図 1(a) のように z - x 面に平行な平面で接している。磁性体 1 中の磁束密度を $B_1 = (B_{1x}, B_{1y}, 0)$ 、磁性体 2 中の磁束密度を $B_2 = (B_{2x}, B_{2y}, 0)$ 、2 つの磁性体の界面の法線ベクトルと B_1 が成す角を θ_1 、法線ベクトルと B_2 が成す角を θ_2 とする。磁性体 1 中および磁性体 2 中では、磁界と磁束密度の向きは一致し、電流密度は 0 である。下記の問 1)～問 6) に答えなさい。問 3)、問 5)、問 6) の解答は、結果だけでなく導出の過程も記す事。

- 1) 磁性体 1 中の磁界のエネルギー密度を与えられた文字を用いて示しなさい。
- 2) 磁束密度を B と表すとき、磁界に関するガウスの法則を B を用いて示しなさい。
- 3) 磁界に関するガウスの法則を用いて、 B_1 の y 方向成分 B_{1y} と B_2 の y 方向成分 B_{2y} の間に成り立つ関係式を導きなさい。
- 4) 磁界を H 、電流密度を i と表すとき、アンペールの法則を H と i を用いて示しなさい。
- 5) アンペールの法則を用いて、 B_1 の x 方向成分 B_{1x} と B_2 の x 方向成分 B_{2x} の間に成り立つ関係式を導きなさい。
- 6) θ_2 を μ_1, μ_2, θ_1 を用いて式で示しなさい。

次に、図 1(b) のように、界面に密度が $j = (0, 0, j_z)$ の一様な面電流を流した。面電流は定常的で、電流の z 方向成分 j_z は紙面奥から手前向きを正とする。下記の問 7)、問 8) に答えなさい。解答は、結果だけでなく導出の過程も記す事。

- 7) B_{1x} と B_{2x} の間に成り立つ関係式を導きなさい。
- 8) $\mu_1 = 2.6 \times 10^{-4} \text{ H/m}$, $\mu_2 = 1.3 \times 10^{-6} \text{ H/m}$, $|B_1| = 6.0 \times 10^{-3} \text{ T}$, $\theta_1 = 30^\circ$ のとき、磁性体 2 中の磁界の方向が界面法線ベクトルの方向と一致した。面電流の密度 j_z と磁性体 2 中の磁界のエネルギー密度を有効数字 2 桁で求めなさい。

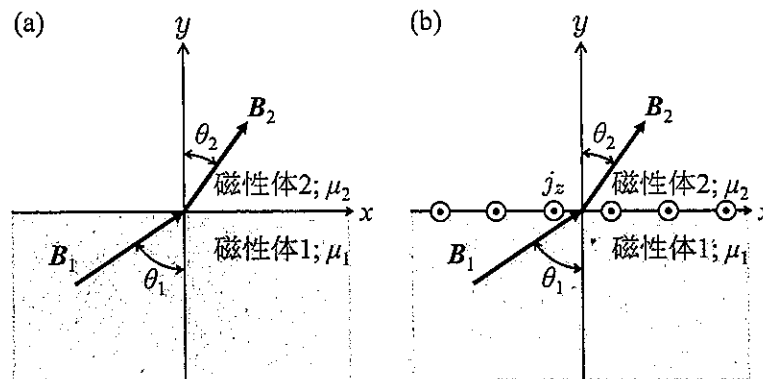


図 1: 磁性体界面と磁界