

# 電磁気学Ⅱ 前期中間試験 問題用紙

対象クラス：3300 令和元年7月5日(金)3・4限実施  
担当：宮田(尚)

以下の各問い答えよ。ただし、解答を導出するために必要な過程を示すとともに、最終的な解答は単位を付し導出過程などと区別して解答用紙に記入すること。単位はSI単位系を用いて表記すること。導出過程が示されていないものや、単位が記載されていないなど、導出過程と解答の区別があいまいなものについては採点対象としない。また、特に断らない限り媒質は真空とし、真空の誘電率を $\varepsilon_0$ 、真空の透磁率を $\mu_0$ とする。

- 以下に示す物理定数は電磁気学を修めた者であれば常識的に覚えていなければならない数値である。それぞれの値を示せ。
  - 真空の誘電率 $\varepsilon_0$  (基礎：5点)
  - 真空の透磁率 $\mu_0$  (基礎：5点)
  - 電子の電荷 $e$  (基礎：5点)
  - 電子の静止質量 $m$  (基礎：5点)
- 図1に示すように、 $xy$ 直交座標系において、同量異符号の点磁荷 $\pm m$ が距離 $l$ に固定された磁気双極子が存在する。このとき以下の問いに答えよ。
  - 点Aに存在する磁荷 $-m$ が点P( $x_0, y_0$ )に作る磁界 $H_1$ を求めよ。また、 $H_1$ を $x$ 方向成分 $H_{x1}$ と $y$ 方向成分 $H_{y1}$ に分解せよ。(基礎：4点)
  - 点Bに存在する磁荷 $+m$ が点P( $x_0, y_0$ )に作る磁界 $H_2$ を求めよ。また、 $H_2$ の $x$ 方向成分 $H_{x2}$ と $y$ 方向成分 $H_{y2}$ に分解せよ。(基礎：4点)
  - 点Pでの磁界 $H$ の $x$ 方向成分 $H_x$ と $y$ 方向成分 $H_y$ をそれぞれ求めよ。(基礎：4点)
  - 磁気双極子モーメント $M$ の大きさと方向を求めよ。(基礎：2点)
  - 点Pが原点Oより十分遠方にあると仮定すると、 $\sqrt{(x_0 - l/2)^2 + y_0^2} \simeq \sqrt{x_0^2 + y_0^2}$ 及び $\sqrt{(x_0 + l/2)^2 + y_0^2} \simeq \sqrt{x_0^2 + y_0^2}$ と近似できる。このことを用いて(c)にて得た磁界 $H_x$ 及び $H_y$ を簡略化せよ。(応用：4点)
  - $y$ 方向に一樣な磁界 $H_0$ が存在するとき、磁気双極子にはたらくトルク $T$ を求めよ。(応用：2点)
- 磁化されていない強磁性体に磁界 $H$ を外部から印加し、強磁性体内部での磁束密度 $B$ を観測すると、図2に示すような結果が得られた。このとき、図中の行程1：点O→点P<sub>1</sub>、行程2：点P<sub>1</sub>→点P<sub>2</sub>、行程3：点P<sub>2</sub>→点P<sub>3</sub>、行程4：点P<sub>3</sub>→点P<sub>4</sub>、行程5：点P<sub>4</sub>→点P<sub>5</sub>、行程6：点P<sub>5</sub>→点P<sub>6</sub>、行程7：点P<sub>6</sub>→点P<sub>1</sub>の7つの行程に着目して、測定結果を説明せよ。(基礎：15点)
- 強磁性体、弱磁性体、常磁性体、反磁性体の4つの磁性体の性質を、「比透磁率 $\mu_s$ 」と「磁化率 $\chi_m$ 」という2つの語句を両方用いて説明せよ。(基礎：20点)
- 図3に示すように $xyz$ 直交座標系の $xy$ 平面内に原点Oを中心する半径 $a$ の円周状に電流 $I$ が流れている。このとき、以下の場所に発生する磁界 $H$ とその方向を求めよ。
  - 原点O (基礎：5点)
  - $(x, y, z) = (0, 0, h)$ となる $z$ 軸上の点P (応用：10点)
- 図4に示すように $xyz$ 直交座標系の $y$ 軸に沿って点Aから点Bまで有限長直線電流 $I$ が流れている。このとき、 $x$ 軸上の点P( $a, 0, 0$ )に発生する磁界 $H$ とその方向を求めよ。また、有限長直線電流 $I$ が無限長直線電流 $I$ になった場合、点Pに発生する磁界 $H$ を求めよ。(応用：10点)

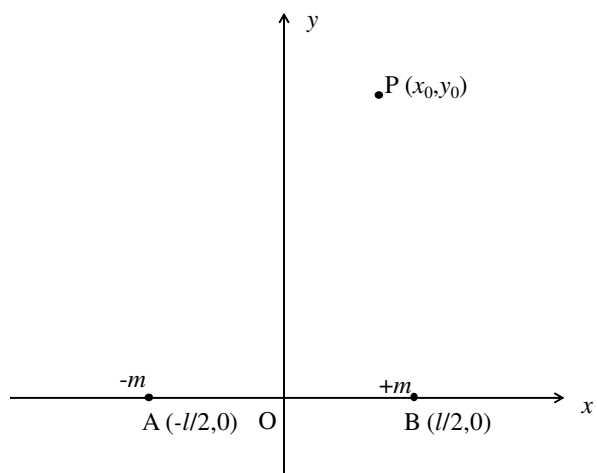


图 1:

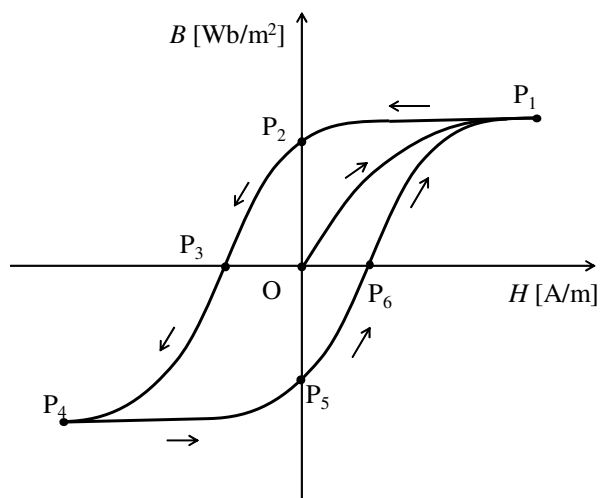


图 2:

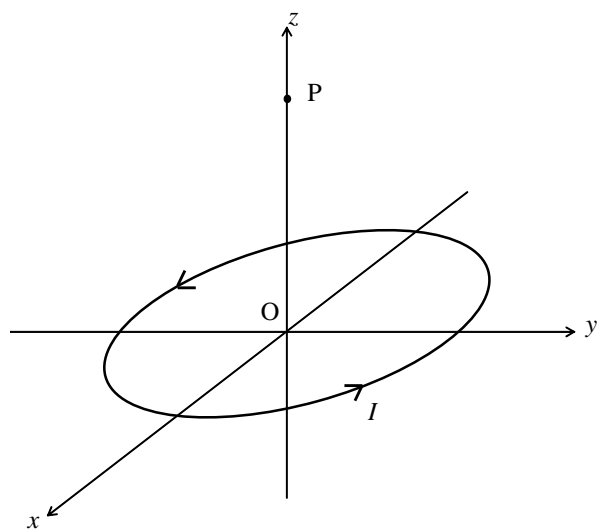


图 3:

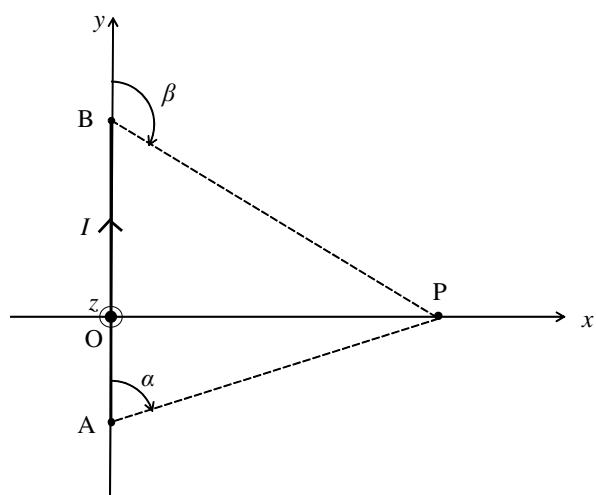


图 4: