

# 電磁気学 II 第2回小テスト 問題用紙

対象クラス：3300 平成30年6月26日(火)7・8限実施

担当：宮田

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。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する。

- 以下の (a) から (c) に示す物理定数は電気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  $\epsilon_0$  (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)
- 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1に示すような結果が得られた。このとき、図中の行程1：点  $O \rightarrow$  点  $P_1$ 、行程2：点  $P_1 \rightarrow$  点  $P_2$ 、行程3：点  $P_2 \rightarrow$  点  $P_3$ 、行程4：点  $P_3 \rightarrow$  点  $P_4$ 、行程5：点  $P_4 \rightarrow$  点  $P_5$ 、行程6：点  $P_5 \rightarrow$  点  $P_6$ 、行程7：点  $P_6 \rightarrow$  点  $P_1$  の7つの行程に着目して、測定結果を説明せよ。(基礎：20点)

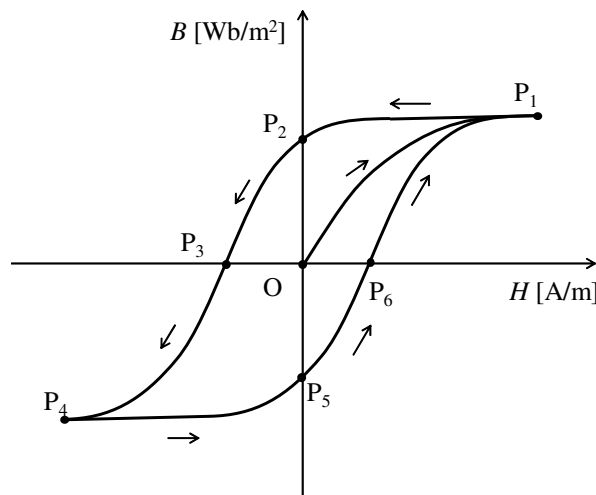


図 1:

- 図2に示すように、 $xyz$  直角座標空間において、 $y$  軸上の点  $P(0, h, 0)$  を中心とし、 $y = h$  の平面内に半径  $a$  の円形ループ電流  $I$  が流れている。このとき、以下の各問いに答えよ。
  - 点  $P$  に発生する磁界  $H$  を求めよ。(基礎：10点)
  - 点  $O$  に発生する磁界  $H$  を求めよ。(基礎：15点)
  - (b) で得られた解答  $H$  を用いて  $\int_{-\infty}^{\infty} H dh$  を計算せよ。(応用：5点)
- 図3に示すように、 $xyz$  直角座標空間において、 $y$  軸上の点  $A(0, c_1, 0)$  から点  $B(0, c_2, 0)$  まで  $y$  軸に沿って直線状に流れる電流  $I$  がある。このとき、 $x$  軸上の点  $P(a, 0, 0)$  に発生する磁界  $H$  を求めよ。また、電流  $I$  の始点  $A$  と終点  $B$  の座標がそれぞれ  $(0, -\infty, 0)$ ,  $(0, \infty, 0)$  となった場合の点  $P$  に発生する磁界  $H$  を求めよ。(基礎：20点)

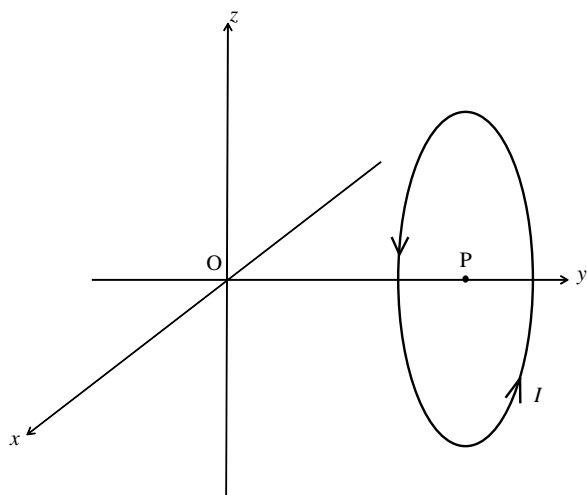


図 2:

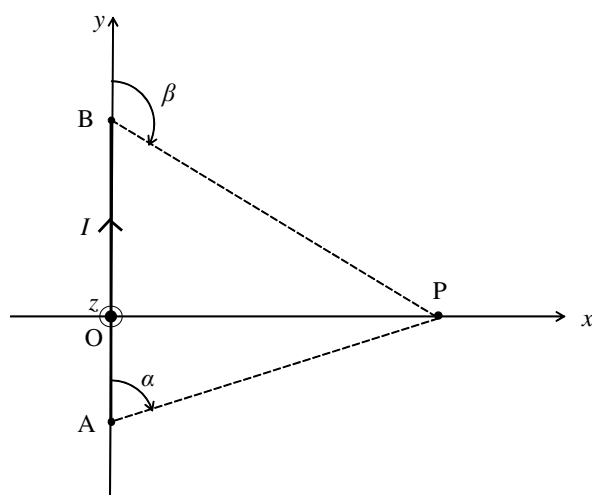


図 3:

5. 図 4 に示すように半径  $a$  の円  $O$  に外接する正多角形の辺上に電流が流れているとき、以下の問に答えよ。

- 図 4 に示した正三角形の辺上を流れる電流  $I$  が内接円の中心  $O$  につくる磁界  $H$  を求めよ。(応用：5 点)
- 一般的な正  $n$  角形（ただし、 $n$  は 3 以上の自然数）の辺上を流れる電流  $I$  が内接円の中心  $O$  につくる磁界  $H$  を求めよ。(応用：3 点)
- (b) で求めた正  $n$  角形が、その内接円の中心  $O$  につくる磁界  $H$  を用いて、 $n \rightarrow \infty$  の場合の極限值を求めよ。(応用：2 点)

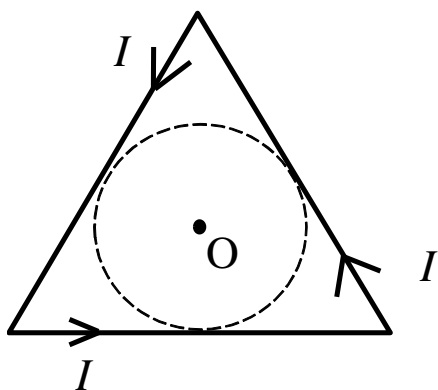


図 4:

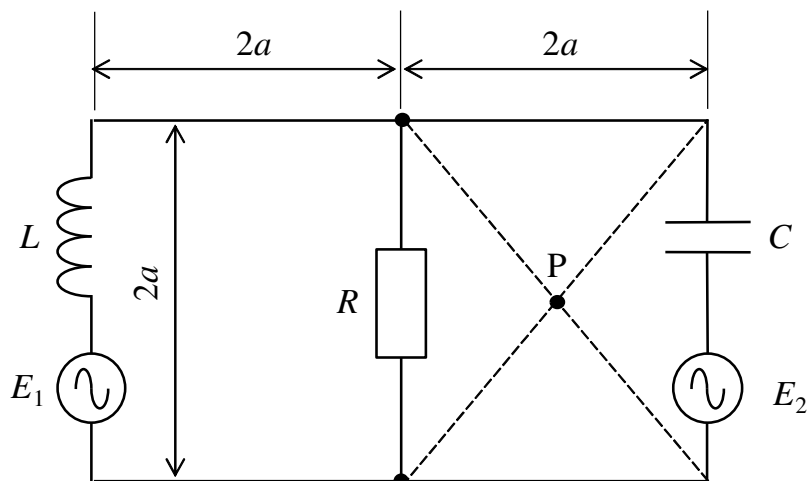


図 5:

6. 図 5 に示すような、縦  $2a$ 、横  $4a$  の長さの辺を有した長方形の回路があり、交流電源  $E_1, E_2$  とコイル  $L$  およびコンデンサ  $C$  が接続されている。また、回路の長辺の中心間は抵抗  $R$  を介して接続されている。このとき、以下の問に答えよ。ただし、電源、抵抗、コイル、コンデンサなどの回路素子の寸法は無視できるものとする。

- この回路の各枝路に流れる電流を求めよ。(基礎：3 点)
- 図 5 に示した点  $P$  に発生する磁界  $H$  を求めよ。(応用：2 点)