

# 電磁気学Ⅱ 第1回小テスト 問題用紙

対象クラス：3300 平成30年5月15日(火)7・8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。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)及び(b)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  $\epsilon_0$  (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)
- 図1に示すような一辺の長さ  $a$  の正方形がある。点Aに  $-2q$  [C]、点Bに  $+1q$  [C]、点Cに  $-4q$  [C]、点Dに  $+3q$  [C]、点Oに  $-q$  [C] の点電荷が存在するとき、点Oにある電荷にはたらく力  $F$  の大きさを求めよ。ただし、 $q > 0$  とする。(基礎：10点)

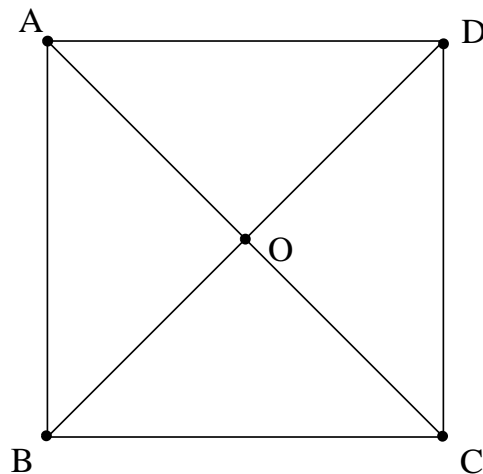


図 1:

- 図1に示すような一辺の長さ  $a$  の正方形がある。点Bに  $+m$  [Wb]、点Cに  $-3m$  [Wb]、点Dに  $+2m$  [Wb]、点Oに  $+m$  [Wb] の点磁荷が存在するとき、点Aにできる磁界  $H$  の大きさを求めよ。ただし、 $m > 0$  とする。(基礎：10点)
- 以下の(a)から(c)に示すような電荷分布が存在するとき、それぞれの電荷分布が周囲につくる電界  $E$  をガウスの法則を用いて求めよ。
  - $q$  [C] の点電荷 (基礎：5点)
  - 線電荷密度  $\lambda$  [C/m] で分布する無限長直線電荷 (基礎：5点)
  - 面電荷密度  $\sigma$  [C/m<sup>2</sup>] の無限面電荷 (基礎：5点)

5. 導体板の面積  $S$ 、導体板の間隔  $d$  の平行平板キャパシタの内部が比誘電率  $\varepsilon_r$  の誘電体で満たされているとき、この平行平板キャパシタの静電容量  $C$  が  $C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{S}{d}$  で求められる理由を説明せよ。 (応用：9 点)
6. 真空中に単磁荷  $m$  が存在する。ただし、 $m > 0$  とする。このとき以下の問いに答えよ。
- 点磁荷  $m$  が、距離  $r$  の位置に作る磁界  $H$  を求めよ。 (基礎：2 点)
  - 点磁荷  $m$  が作る磁界の様子を磁力線を用いて図示せよ。 (基礎：2 点)
  - 点磁荷  $m$  から距離  $r$  の位置における磁束密度  $B$  を求めよ。 (基礎：2 点)
  - 点磁荷  $m$  から距離  $r$  の位置を通過する磁束  $\Phi$  を磁束密度  $B$  より求めよ。 (基礎：2 点)
7. 図 2 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。ただし、 $x$  方向の基準ベクトルを  $\mathbf{i}$ 、 $y$  方向の基準ベクトルを  $\mathbf{j}$  とする。
- 点 A に存在する磁荷  $-m$  が点  $P(x_0, y_0)$  に作る磁界  $\mathbf{H}_1$  を求めよ。 (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  $\mathbf{H}_2$  を求めよ。 (基礎：4 点)
  - 点 P での磁界  $\mathbf{H}$  を求めよ。 (基礎：2 点)
  - 磁気双極子モーメント  $\mathbf{M}$  を求めよ。 (基礎：4 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  $\mathbf{H}$  を簡略化せよ。 (応用：2 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)
8. 強磁性体、常磁性体、反磁性体の 3 つの磁性体の性質を、比透磁率と磁化率を用いて説明せよ。 (基礎：15 点)

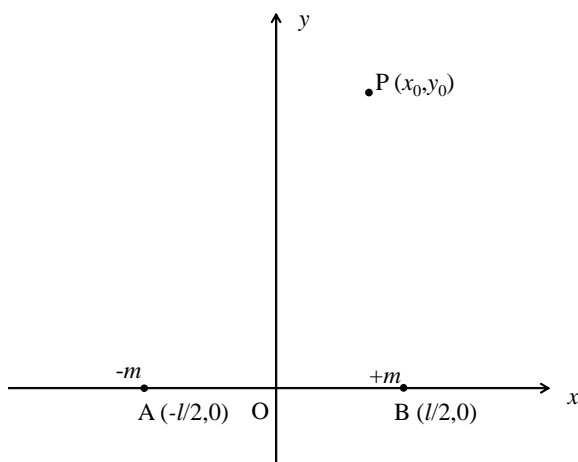


図 2: