

## 電磁気学 B 中間テスト (2004.12.17)

### 問題 1

ガウスの法則の積分形を図 1 に示すような縦  $dx$ , 横  $dy$ , 高さ  $dz$  の微小な平行六面体に適用し、ガウスの法則の微分形を導け。

ただし、電場ベクトルを  $E$ 、電荷を  $q$  とする。

ガウスの法則の積分形は

$$\int E \cdot n \, dS = \frac{q}{\epsilon_0}$$

で表される。ここに  $n$  は法線方向の単位ベクトルである。

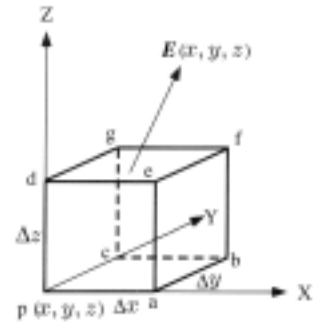


図 1 微小な平行六面体

### 問題 2

- (1) 図 2 に示すように距離  $d$  をへだたてて磁荷  $m$  と  $-m$  の対が磁気双極子を作っている。この磁気双極子の大きさ  $p_m$  を  $m$  と  $d$  を使って表せ。
- (2) この磁気双極子から距離  $r$ 、双極子の向きとなす角  $\theta$  にある点  $P$  に磁気双極子が作る磁位  $V_m(r)$  を以下の手続きに従って計算せよ。
  - (a)  $P$  において磁荷  $m$  による磁位  $V_1$  を求めよ。磁荷  $m$  と  $P$  の距離を  $r_1$  とする。
  - (b)  $P$  において磁荷  $-m$  による磁位  $V_2$  を求めよ。磁荷  $-m$  と  $P$  の距離を  $r_2$  とする。
  - (c) 距離  $r_1$  を  $r$  と  $d$  と  $\theta$  によって表せ。ただし、 $r$  は  $d$  より十分長いと考え、 $d$  について 2 次以上の項は無視する。
  - (d) 距離  $r_2$  を  $r$  と  $d$  と  $\theta$  によって表せ。ただし、 $r$  は  $d$  より十分長いと考え、 $d$  について 2 次以上の項は無視する。
  - (e)  $V_1$  と  $V_2$  を加え合わせて  $V_m(r)$  を  $r$  と  $\theta$  の関数として求めよ。このとき(c), (d)で求めた関係を利用せよ。
  - (f) (1)を参考にして、 $V_m(r)$  を  $p_m$  を使って表せ。
- (3) 上で求めた  $V_m(r)$  を用いて、 $P$  に働く磁場  $H(r)$  を計算せよ。

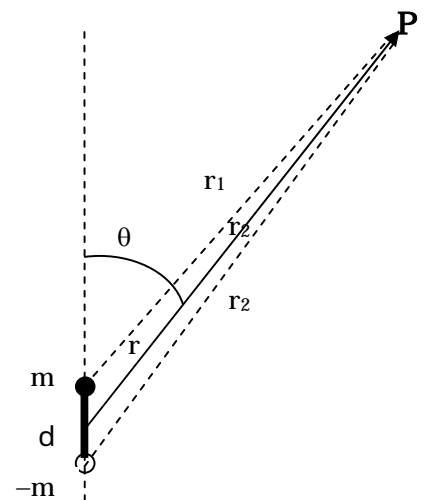


図 2 磁気双極子と観測点 P

### 問題 3

無限に広い平面電流による磁場と無限に広い一様な電荷による電場との類似点と相違点を述べよ。

### 問題 4

半径 0.5m の円状の導線に電流 2A の電流が流れているとき、円の中心における磁場はいくらか。単位も含めて答えよ。

### 問題 5

薄板状磁石の外部の磁位は、薄板磁石のかわりにその外周を流れている電流に置き換えても同じである。薄板状磁石の単位面積あたりの磁気モーメントの大きさが  $10^{-4}$  weber/m であったとすると、等価な電流はいくらか。ただし、真空の透磁率  $\mu_0$  は  $4\pi \times 10^{-7}$  weber<sup>2</sup>/(Nm<sup>2</sup>) とする。単位も含めて答えよ。

(おわび：  $4\pi \times 10^{-7}$  weber<sup>2</sup>/(Nm<sup>2</sup>) において m<sup>2</sup> の 2 乗がどういうわけか落ちていました。従って、単位については問わないこととします。)