

試験問題 (生産システム工学 電気磁気学特論)

山本昌志*

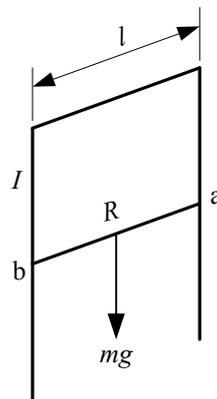
2005年9月16日

解答欄には、正しい日本語 (英語でも良い) の文章を使い、分かりやすく、論理的に自分の考えを記述すること。答えのみでは、ダメである。

なお、解答の式の記号の説明は、その記号が一般的なものであれば不要である。例えば、 E は電場と直ちに分かるので、それをいちいち説明する必要はない。

1 必須問題

- [問 1] 半径 a の球殻の表面上に電荷 Q を与えたとき、球の内外の電場を求めよ。
- [問 2] 図のように幅が ℓ で抵抗が無視できる導線に質量 m 抵抗 R の導線 a, b を水平にかけて閉回路をつくる。この閉回路に垂直に一樣な静磁場 B をかけて、導線 ab を自由落下させたとき、その終速度を求めよ。なお、このとき導線間の摩擦力と閉回路内の誘導電流のつくる磁場は無視できるものとする。



- [問 3] 自由空間中の波動方程式について、以下の問いに答えよ。
- 自由空間中のマクスウェルの方程式を示せ。

*独立行政法人 秋田工業高等専門学校 生産システム工学専攻

- 自由空間中のマクスウェルの方程式から、以下の波動方程式を導け。

$$\nabla^2 \mathbf{E} - \varepsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = 0$$

$$\nabla^2 \mathbf{B} - \varepsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 \mathbf{B}}{\partial t^2} = 0$$

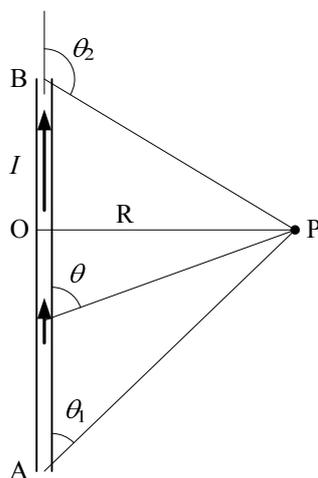
2 選択問題

以下の6問中2問を選択して、答えよ。

- [問1] 半径 a の無限に長い円柱のなかに、電荷密度が $\rho(r) = 3Q(r-a)/\pi a^3$ の電荷が分布している。この円柱の内外の静電ポテンシャルを求めよ。なお、 r は円柱の中心軸からの距離である。
- [問2] 半径がそれぞれ a と $b (\geq a)$ の導体球を同心にしてつくった球形コンデンサーの静電容量を求めよ。
- [問3] それぞれの辺の長さが a, b の長方形の電極からできているコンデンサーの電極が、正確に平行でなく、長さ a の辺に沿う方向の一端の距離が $d + \delta$ 、他端の距離が $d - \delta$ になっている。このコンデンサーの静電容量を $d \gg \delta$ として (δ/d) の2次の程度で求めよ。
- [問4] 図の直線電流 I の AB の部分が、図の P 点につくる磁束密度は

$$B(P) = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} [\cos \theta_1 - \cos \theta_2]$$

で与えられることを示せ。



- [問5] 無限に長い直線電流 I_1 と、半径 a の円形回路が同一平面におかれていて、その円の中心から直線電流までの距離は $d (\geq a)$ であり、円形回路内の電流の強さは I_2 であるとする。このとき円形回路に作用する力を求めよ。

[問 6] マクスウェルの方程式について、以下の問いに答えよ。

- 微分形のマクスウェルの方程式を示せ。
- ガウスの定理とストークスの定理を使って、微分形のマクスウェルの方程式を積分形に書き改めよ。