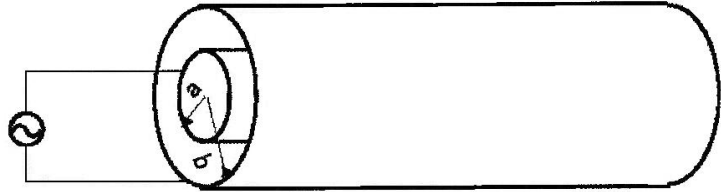


電磁気学試験問題

教官：山崎

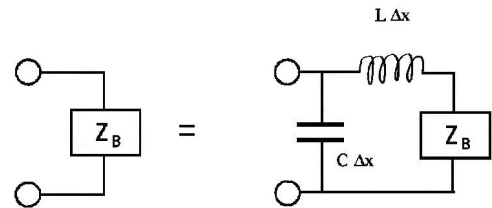
試験日時：2005年2月8日(火) 15:00-16:30 (答案用紙(両面)1枚、計算用紙1枚)

1. 右図のように、半径 a 、及び、 b ($a < b$) からなる非常に長い中空の円筒状導体を、軸を共通にして真空中に置く。これは同軸ケーブルと呼ばれる。以下の問に答えよ。なお、真空中の誘電率、及び、透磁率を、それぞれ ϵ_0 μ_0 とおく。



- 1) 帯電していない同軸ケーブルを用意し、内側円筒より外側円筒に電荷を移動する。単位長さあたりの同軸ケーブルの容量を C として、単位長さ当たり Q の電荷を移動させるのに要するエネルギーは、 $Q^2/2C$ であることを示せ。
- 2) このように単位長さあたり Q の電荷を持って同軸ケーブルが帯電しているとき、中心軸からの距離を r として、 $r < a$ 、 $a < r < b$ 、 $b < r$ における電場の強さ E を Maxwell 方程式から評価せよ。
- 3) 電場の持つエネルギー密度が $\epsilon_0 E^2/2$ であることを用い、同軸ケーブルが単位長さあたりにもつ容量 C を求めよ。
- 4) 同軸ケーブルに上図のように電流を流すことを考える。単位長さあたりの同軸ケーブルのインダクタンスを L として、電流 I を流すのに要する単位長さ当たりのエネルギーは $LI^2/2$ で与えられることを示せ。
- 5) 電流 I が流れているとき、 $r < a$ 、 $a < r < b$ 、 $b < r$ における磁束密度を Maxwell 方程式から評価せよ。
- 6) 磁場の持つエネルギー密度が $B^2/2\epsilon_0$ であることを用い、同軸ケーブルが単位長さあたりにもつインダクタンス L を求めよ。

7) この同軸ケーブルを長さ Δx の多数の微小部分に分ける。それぞれの部分は、インダクタンス $L\Delta x$ のコイル、容量 $C\Delta x$ のコンデンサーからなる微小 LC 回路と考えても良いであろう。すなわち、同軸ケーブルはこの微小 LC 回路が無限につながったものとして考えることができる。右図をヒントにして、同軸ケーブルのインピーダンス Z_B を求めよ。ただし、角振動数 ω の交流に対する容量 C のコンデンサーのインピーダンスは $(i\omega C)^{-1}$ 、インダクタンス L のコイルのインピーダンスは $i\omega L$ で与えられる。



2. Z 方向に一様な磁場 B がかかっている。時刻 $t = 0$ で X 方向に v で運動している電荷 q 、質量 m の粒子がある。

- 1) この粒子の従う運動方程式を書け。
- 2) この粒子は $t > 0$ でどのような軌道で運動するか、考察せよ。

3. 銅パイプを用意し、これを垂直に立てて、この中を磁石の薄片を落下させる。

- 1) 磁石の運動がどうなるか、考察せよ。銅パイプの厚みを増やした場合、磁石の運動に変化があるか、考察せよ。
- 2) 銅パイプを僅かに傾けた場合、磁石はパイプの壁面に近づくか、考察せよ。

4. 時間の余った人は授業の感想、提案、印象に残った話(授業以外でも物理学に関わることなら可)等を書いてください。(加点あり、減点なし)