電磁気学 II[1] 期末試験

龍谷大学理工学部数理情報学科 2001 年 7 月 31 日 樋口さぶろお[2]

1 アンペールの法則

1. 半径 R の, 無限に長い円柱の導線に, 電流密度 i で円柱の底面と垂直な方向に一様に電流が流れている. 円柱の中心から r だけ離れた位置での磁束密度を, アンペールの法則を用いて, , またはベクトルポテンシャルを計算することにより, $0 < r < R, r > R$ の 2 つの場合にわけて求めよ.

2. 直径 R, 単位長さあたり n 巻きの無限に長いコイルに電流 I が流れている. コイルの中心での磁束密度を, アンペールの法則を用いて, またはベクトルポテンシャルを計算することにより求めよ.

2 電磁誘導

1. 無限に長い直線の導線に電流 I を流す. 導線を含む平面内に, 面積 S の閉回路を置き, 一定の速さ v で導線から遠ざける. 図 1 のように閉回路の大きさは距離 r と比べて十分小さいとする. 導線からコイルの中心までの距離が r のとき、コイルに生じる起電力を求めよ.

2. 図 2 のように, a の間隔をおいて平行に並べた 2 本の導体棒 AC と BD の上に, それらに垂直に導体棒 PQ を置き, AB 間を抵抗 R でつないで閉じた回路 ABQP をつくる. この回路を, 回路の面に垂直な一様な磁束密度 B の中におき, 棒 PQ を AB から遠ざかる向きに一定の速度 v でなめらかに移動させた. このとき, 回路に生じる誘導起電力と, 流れる電流の, 向きと大きさを求めよ.

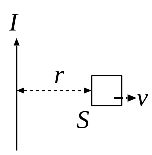

図 1:

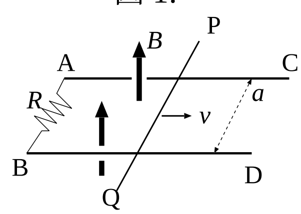

図 2:

[1] http://sparrow.math.ryukoku.ac.jp/~hig/elemag2/
[2] mailto:hig@math.ryukoku.ac.jp, http://www.math.ryukoku.ac.jp/~hig/, へや 1-508, でんわ 077-543-7501

3　非定常回路

コイル L, コンデンサー C , 抵抗 R, 起電力 $V(t)$ からなる回路を考える. ただし $R^2 - 4L/C > 0$ とする.

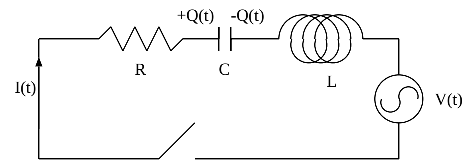

図 3: 回路

1. コンデンサーの電荷 $\pm Q(t)$ と, 回路を流れる電流 $I(t)$ との間の関係を書け.
2. 起電力 $V(t)$ に対して, 電荷 $Q(t)$ の従う微分方程式を求めよ.
3. $V(t) = 0$ とする. コンデンサーに $\pm Q_0$ の電荷をため, 時刻 $t = 0$ に回路を閉じた. $t > 0$ での $Q(t), I(t)$ の時間変化を求めよ.
4. $V(t) = V_0 \cos \omega t$ とする. 十分時間がたったときの $Q(t), I(t)$ を求めよ.

4　中間試験範囲からの出題またはマクスウェルの方程式

次の 2 問のうち 1 問を選んで解答せよ.

4.1　マクスウェル方程式

4 つのマクスウェル方程式と, それについて知っていることを書け. ただし, 用いるすべての変数, 定数は, 何を意味するかを明示せよ.

4.2　ビオ-サバールの法則

図 4 のように, 一辺が $2R$ の正方形の回路に電流 I が流れている.

1. ビオサバールの法則を書け.
2. $(\pm R, -R, 0)$ の間の一辺を流れる電流が正方形の中心 $(0,0,0)$ につくる磁束密度の大きさを求めよ. *Hint.* 積分 $\int \frac{1}{(x'^2+R^2)^{3/2}} dx'$ は, $x' = R \tan\theta$ と置くとよい.
3. 正方形の中心にできる磁束密度 $\mathbf{B}$ の向きと大きさを求めよ.

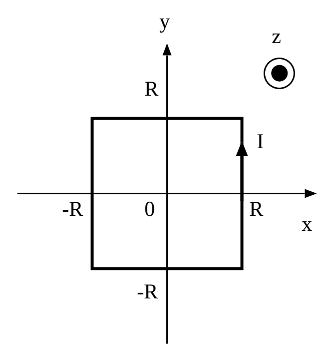

図 4: ビオ-サバールの法則

答案と採点結果の扱いについて

答案は返却しません. 解答例は, 後日, 1-508 前, および Web で配布します.

学籍番号, 期末試験の点数, および最終的な成績のリストを 1-508 前の掲示で今週中に公表します. 点数の公表を希望しない人は, 答案用紙の名前の欄に公表不可と書いてくれれば, 公表リストから除きます.