

来週 7 月 29 日の期末試験は先端研究棟 401N 講義室で行います。

電磁気学演習 No.13 (磁場のエネルギー、インダクタンス)

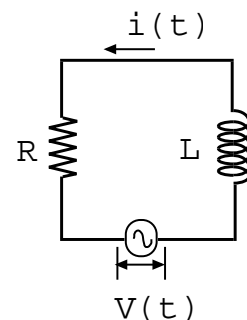
問 1 \* (磁場のエネルギー)  $z$  軸を中心軸とする無限に長い半径  $a$  の円柱表面に表面電荷  $\sigma$  が分布している. この円柱をその軸の周りに角速度  $\omega$  で回転させる. このとき,

- (a) 磁場  $B$  を  $z$  軸からの距離  $R$  の関数として求めよ.  
 (b) ベクトルポテンシャル  $A$  を  $R$  の関数として求めよ.  
 (c)  $z$  軸に沿って単位長さあたりの領域に含まれる磁気エネルギー  $U_B = \frac{1}{2\mu_0} \int B^2 dV$  を求めよ。

問 2 \* (RL 回路) 抵抗  $R$ 、コイル  $L$ 、外部起電力  $V(t)$  からなる回路があるとする。

この回路に流れる電流を  $I(t)$  とすると  $I(t)$  の満たす微分方程式を求め、 $I(0) = 0$  であるとして、以下の場合にこの微分方程式を解け。

- (a)  $V(t) = V_0$   
 (b)  $V(t) = V_0 \sin \omega t$



問 3 \* (同軸導体) 半径  $a$  と  $b (> a)$  の無限に長く厚みがない導体管が同じ軸を中心軸として置かれている. 2 つの管に大きさが  $I$  で互いに逆向きの電流を軸方向に流す. このとき以下の問いに答えよ.

- (a) 中心軸からの距離  $R$  の関数として磁場を求め, 図示せよ.  
 (b) 軸方向単位長さ当りの磁場のエネルギー  $U$  を求めよ.  
 (c) このシステムは, 内管と外管が無限度で互いに接続されていると考えると一つの回路を作っているとみなせる. 関係式  $U = \frac{1}{2} LI^2$  を使って, 単位長さ当りの自己インダクタンス  $L$  を求めよ.  
 (d) 2 つの管の間の磁束より自己インダクタンス  $L$  を求め, (c) で求めた答えと一致するかどうか調べよ.

問 4 (インダクタンス) 以下の回路に対するインダクタンス係数を求めよ.

- (a) \* 半径  $a$ , 巻数  $N_1$  の大きい円形コイルの中心に, このコイルと同じ中心を持ち角度  $\theta$  だけ傾いた半径  $b (\ll a)$ , 巻数  $N_2$  円形コイルがある. このときの相互インダクタンス.  
 (b) \* 無限に長い直線導線とこの導線と同一面内にあり, これに接する半径  $a$  の円形回路との間の相互インダクタンス.  
 (c) \*\* 半径  $a$ , 長さ  $l$  の直線導線が間隔  $d$  で 2 本平行に置かれている. この導線の端を短絡して一つの回路を作る. 導線の表面にのみ電流が流れるとして自己インダクタンスを求めよ. ただし,  $l \gg a$  とし, それぞれの導線を無限に長いみなして構わない.