

電磁気学

以下の問について、それぞれ指定された解答用紙に解答しなさい。

問題 1

半径 a (m) の金属の円柱がある。この金属の円柱の軸方向の単位長さ当たりの電荷密度は ρ_L (C/m) である。また、この円柱を半径 b (m) の同軸の接地した導体円筒で囲み、同軸コンデンサを構成する。内半径 a (m) と外半径 b (m) で挟まれた空間は比誘電率 ϵ_r の物質で満たされている。同軸コンデンサの長さは L (m) である。ただし、有限の長さの同軸コンデンサ両端における効果は無視する。また、同軸コンデンサ自体は真空中にあるとする。円柱の中心軸からの距離を ρ (m) として、以下の問いに答えなさい。

- (1) $\rho < a$ における電界を求めなさい。
- (2) $a < \rho < b$ における電界を求めなさい。
- (3) $\rho > b$ における電界を求めなさい。
- (4) 内側導体と外側導体間の電圧差を求めなさい。
- (5) 同軸コンデンサの静電容量を求めなさい。
- (6) 同軸コンデンサに蓄えられる静電界のエネルギーを求めなさい。

上記の同軸コンデンサで、内半径 a (m) から半径 x (m) の同軸円筒のところまで比誘電率 ϵ_1 の物質で満たす。(この領域を領域 1 と呼ぶ) また、半径 x (m) から外半径 b (m) の同軸円筒まで比誘電率 ϵ_2 の物質で満たす。(この領域を領域 2 と呼ぶ) このとき、以下の問いに答えなさい。

- (7) 同軸コンデンサの静電容量を求めなさい。
- (8) 領域 1 と領域 2 における電圧降下の比 V_1/V_2 を求めなさい。

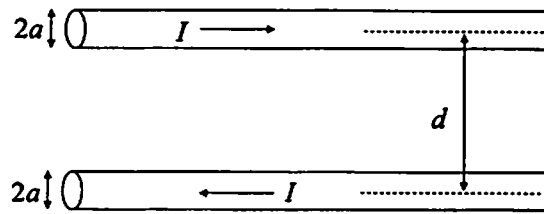
電磁気学

問題 2

- (1) 以下の (1-1) と (1-2) の導線形状で、それぞれ単位長さあたりの自己インダクタンス L を求めなさい。尚、 L の導出手順として、電流による磁界と磁界による磁束を求めればよい。

(1-1) 無限に続くソレノイドコイルで、コイル断面の半径は r 、単位長さ当たりの巻数は n 、コイル内部の透磁率は μ 、電流を I とする。

(1-2) 下図のように、無限に続く平行導線に電流 I がそれぞれ逆向きに流れている。導線の半径はどちらも a 、導線の中心線間の間隔を d とし、空間の透磁率を μ_0 とする。ただし、 d は a に比べて十分大きいとする。また、それぞれの導線内部の磁界は無視する。尚、自己インダクタンス導出の際は、両導線間の面を貫く磁束を計算すればよい。



- (2) 巻数が N 、断面積が S 、電気抵抗 R のコイルが透磁率 μ_0 の真空中に置かれ、両端を閉じて閉回路を構成している。このコイルを貫く磁束が Φ_1 から Φ_2 に変化した時、電磁誘導により起電力が生じ、電流が流れる。この回路に流れた電荷量 Q を求めなさい。

また、同じコイルを貫く磁界の強さが $H = H_0 \cos \omega t$ で変化する時、コイルに流れる電流 I を求めなさい。ただし、 H_0 と ω は定数、 t は時刻である。