

専門科目 電磁気学(午後)

21 大修

時間 13:30 ~ 15:00

電気電子工学
電子物理工学

注 意 事 項

1. 解答は問題ごとに指定されている答案用紙に記入せよ。
 2. すべての答案用紙に受験番号を記入せよ。
 3. 電子式卓上計算機などの使用は認めない。
-

1. 誘電率がそれぞれ ϵ_1 , ϵ_2 である二つの誘電体1と2について、以下の問に答えよ。
ただし、 $\epsilon_2 > \epsilon_1$ とする。

- 1) 誘電体1と2が図1.1のように平面で接している。この接している面の法線方向に対して角度 θ_1 , θ_2 となっている電界 E_1 , E_2 があるとき、 ϵ_1 , ϵ_2 と θ_1 , θ_2 の関係式を求めよ。
- 2) 電極間距離 d の電極間に、厚さ t の誘電体1と厚さ $(d-t)$ の誘電体2が図1.2のように挟まれている。

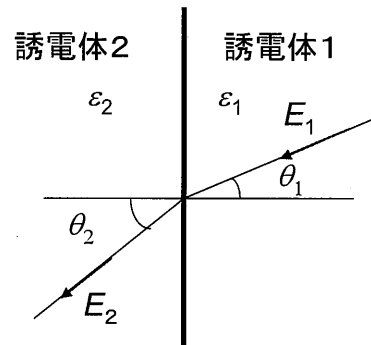


図 1.1

- a) 電極間の寸法に比べて電極面積が十分広く端部効果がないものとして、電極の単位面積あたりの静電容量を求めよ。
- b) 次に、直流電源に直列接続されているスイッチ S_w を投入して上部電極に電圧 V_0 を加えたとき、電極間の位置 x における電圧 V_x を求めよ。ただし、下部電極は接地されていて、下部電極面の位置を $x=0$ とする。

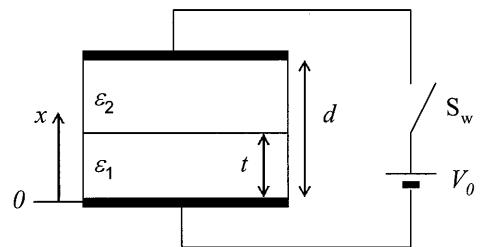


図 1.2

- 3) 寸法が十分大きい誘電体1と2が、図1.3のように接しており、誘電体1の領域に接触面から距離 d の位置に点電荷 Q がある。誘電体の全領域にわたる電界に関する以下の問に答えよ。

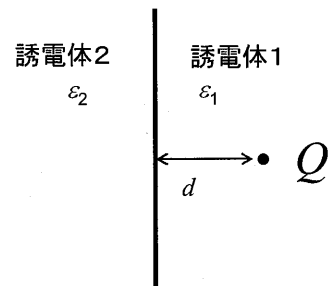


図 1.3

- a) このような電界を求める方法の一つに映像法がある。この方法では、二つの場合に分けて電界を計算する。右側領域の電界を求めるときには、左側領域で接触面に関して点電荷 Q と対称な位置に点電荷 Q' を置いて考える。また、左側領域の電界を求めるときには、右側領域で点電荷 Q と同じ位置に点電荷 Q'' を置いて考える。それぞれの場合について、映像法における電荷の配置と誘電率を示す図を描け。
- b) 点電荷 Q' , Q'' を求めよ。
- c) 点電荷 Q に作用する力を求めよ。
- d) 電気力線の分布について、特徴が分かるようにその概略を図に描け。

2. インダクタンスに関する以下の問に答えよ。

- 1) 真空中において導体に電流 I が流れているとき、磁束密度 \mathbf{B} が生じた。このとき、アンペアの周回積分の法則について式とともに説明せよ。ただし、真空中の透磁率は μ_0 とする。
- 2) 図 2.1 のように、単位長さあたりの巻数が n 、空芯で半径 a の無限長ソレノイドに電流 I が流れているとき、以下の問に答えよ。
 - a) ソレノイド内部は磁束密度の大きさが等しく、断面にわたって一様な磁界となることを、式を用いて示せ。
 - b) 前問において、ソレノイド内部の磁束密度 B を求めよ。
 - c) このソレノイドの長さ l_0 の部分における自己インダクタンスを求めよ。
- 3) 透磁率が μ で一定である円環状磁性体の周りに、巻数 N_1 のコイル 1 と巻数 N_2 のコイル 2 が、図 2.2 のように同じ方向で、かつ十分密に巻かれている。また、これらのコイルを直列接続するためのスイッチ S_w があり、最初は開放された状態にある。ただし、磁性体には磁気飽和、ヒステリシスなどが生じず、漏れ磁束は無いものとする。以下の問に答えよ。
 - a) コイル 1 に電流 I を流して磁束 Φ を発生させたとき、起磁力、磁束、磁気抵抗 R の関係を表す式を示せ。
 - b) 円環状磁性体の断面は円でその面積が S であり、磁気回路の平均磁路長を l_m とするとき、磁気抵抗 R はどのように表されるかを示せ。
 - c) コイル 1 の自己インダクタンス L_1 、コイル 2 の自己インダクタンス L_2 、コイル 1, 2 間の相互インダクタンス M を、磁性体の寸法等を示す S や l_m で表した式として、それぞれ求めよ。
 - d) 図 2.2 のスイッチ S_w を閉じてコイル 1 とコイル 2 を直列接続する。次に、このコイルに電流 I を流したとき蓄えられるエネルギー E_m を求めよ。
 - e) 前問において直列接続されたコイルの合成インダクタンス L を求めよ。

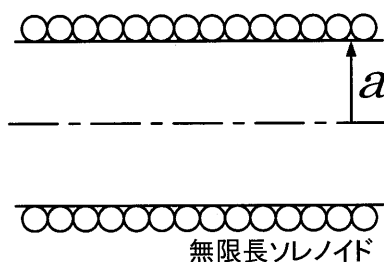


図 2.1

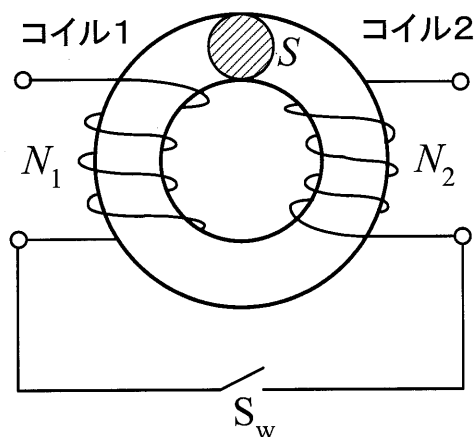


図 2.2