専門科目(午後2)

28 大修

時間 15:30 ~ 17:00

注意事項

電磁気学

- 1. 大問1の解答は答案用紙綴りの1枚目,大問2の解答は答案用紙綴りの2枚目,大問3 の解答は答案用紙綴りの3枚目に記入せよ。
- 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。
- 4. なお虚数単位を jと表し、 $j^2 = -1$ である。

電磁気学

1. 図 1.1 のように、長さ ℓ 、半径 α の円柱状の内部導体と、厚さを無視できる長さ ℓ 、半径 α の円筒状外部導体がある。内外の導体の中心軸は一致している。r=bを境界として2種類の一様な誘電体で導体間を満たし、内側層と外側層の誘電率をそれぞれ ϵ_1 、 ϵ_2 とする。ただし、 ϵ_1 は中心軸から半径方向外向きを正とする。また、真空の誘電率は ϵ_0 とする。内側の導体に ϵ_1 、外側の導体に ϵ_2 の電荷を与えた。以下の間に答えよ。ただし、 ϵ_1 は ϵ_2 に比べて十分に長く、端部効果は無視する。

- 1) $a \le r \le c$ における電東密度の大きさを求めよ。
- 2) a < r < b, b < r < c における電界の大きさをそれぞれ求めよ。
- 3) 内外の導体間の電位差を求めよ。
- 4) 内外の導体間の静電容量を求めよ。
- 5) 2つの誘電体の境界に生じる分極電荷を求めよ。

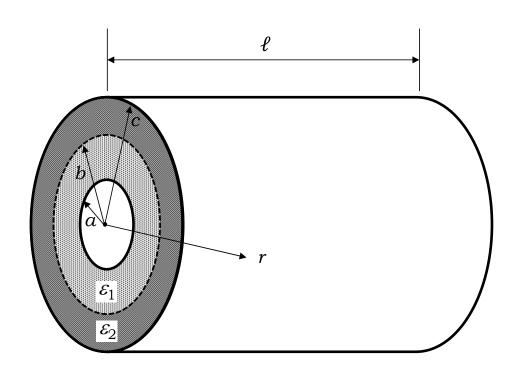


図 1.1

- 2. 図 2.1 のように、半径aの円柱状の内部導体と厚さを無視できる半径bの円筒状の外部導体で構成される無限長の同軸線路がある。内部導体では+z方向に、外部導体では-z方向に電流Iが流れる往復回路であり、各導体内では電流は一様に流れている。ただし、内部導体の透磁率は μ_i とし、内部導体以外の透磁率は真空の透磁率 μ_0 とする。中心軸からの距離をrとして、以下の間に答えよ。
 - 1) 内部導体中の電流密度の大きさ Jを示せ。
 - 2) 中心軸からの距離rにおける磁界の大きさHをrの関数H(r)として示せ。
 - 3) $\mu_i = 2\mu_0$ として磁束密度の大きさB をr の関数B(r) としてグラフに表せ。
 - 4) 中心軸からの距離rが $\alpha < r < b$ となる領域での長さ ℓ あたりの磁束 ϕ を求めよ。
 - 5) 中心軸からの距離rが0 < r < a となる内部導体部分の領域で電流と鎖交する長さ ℓ あたりの磁束 ϕ 。を求めよ。
 - 6) この同軸線路の長さ ℓ あたりの自己インダクタンスLを求めよ。

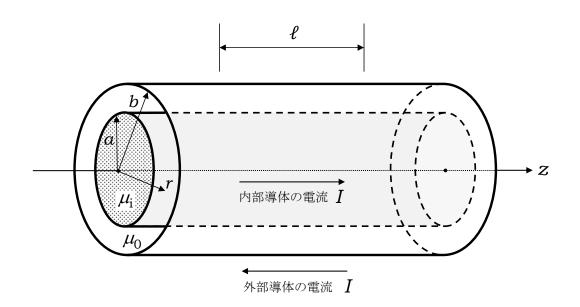


図 2.1

電磁気学

- 3. 図 3.1 のように、真空中に半径aの 2 つの円板状電極が間隔aで対置するキャパシタがあり、交流電圧が時間tの関数 $v(t) = V_0 \sin \omega t$ として印加されている。円板状電極間の下側の電極から $\frac{d}{2}$ の位置で中心軸から径方向に距離rの位置を通る円をKとし、この円上にある点をPとする。2 つの円板状電極と円Kは互いに平行である。点Pに微小面積 ΔS を持つ起電力検出用のコイル(1 回巻)を設置する。このコイル面の法線方向は円Kの周方向を向くものとする。簡単のため、このコイル自身やコイルに発生する起電力によって、電磁界や電束は影響を受けないものとし、キャパシタの端部効果は無視する。真空の誘電率および透磁率はそれぞれ ε_0 、 μ_0 とする。以下の間に答えよ。
 - 1) 導線を流れる電流*i(t)*を求めよ。
 - 2) キャパシタ内部に点 P がある場合 $(0 \le r < a)$ の点 P における電東密度の大きさ D(t) を求めよ。
 - 3) 以下の場合の点 Pにおける磁界の大きさHをrとtの関数H(r,t)として表せ。
 - a) キャパシタ内部に点 P がある場合 $(0 \le r < a)$
 - b) キャパシタ外部に点 P がある場合 $(a \le r)$
 - 4) キャパシタ外部に点 P がある場合 $(a \le r)$, 電磁誘導によりコイルに生じる起電力の大きさ E を r と t の関数 E(r,t) として表せ。

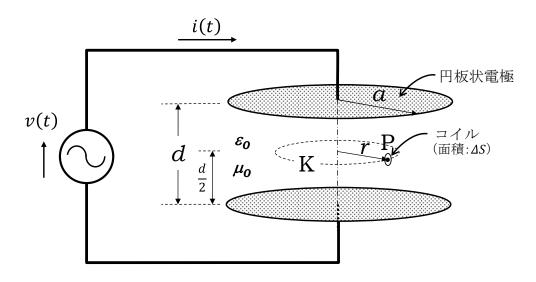


図 3.1