

受験 番号	
----------	--

2023 年度 岡山大学大学院自然科学研究科(博士前期課程)

電子情報システム工学専攻(電気電子系)入学試験問題

専 門 科 目

(電磁気学・電気回路学)

注意

1. 試験時間は 13:30～15:30 です。試験終了まで退室は認めません。
2. 配布された問題冊子1冊, 解答用冊子1冊を確認しなさい。ただし, 試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。また, どの冊子も切り離してはいけません。問題冊子は, この表紙を含めて 6 枚の問題紙を綴じています(2～5 枚目:問題, 6 枚目:下書き・計算用)。
3. すべての解答用紙および問題冊子の表紙の受験番号欄に受験番号を記入すること。採点の際に解答用紙を1枚ずつ切り離すので, 受験番号が記入されていない解答用紙に書かれた答案は採点されません。
4. 問題は第 1 問と第 2 問があります。すべての問題に解答し, 解答用冊子の所定頁に記入しなさい。指定と異なる解答用紙に書かれた答案は採点されません。
5. 問題紙の余白や裏面は下書きに利用してよいが, 記入された内容は採点対象としません。
6. 問題冊子と解答用冊子は, すべて試験終了後に回収します。

第1問(電磁気学その1)

問1

図1-1に示すように真空中に内側から半径が、それぞれ a_1 , a_2 , a_3 の3重同心状の球殻導体1, 2, 3があり、内部も真空とする。各球殻導体は孤立しており、厚さは無視できるほど薄く、電荷は帯電していないものとする。無限遠における電位を0Vとして以下の問いに答えよ。

- (1) 球殻導体1に電荷 Q_1 を与えた。他の導体には電荷を与えていない。
 - a) 球殻導体2の内側表面部分にある電荷量を求めよ。
 - b) 各球殻導体1, 2, 3の電位 V_1 , V_2 , V_3 をそれぞれ求めよ。
- (2) 球殻導体2にも電荷 Q_2 を与えた。球殻導体3には電荷を与えず、球殻導体1の電荷は与えたままである。各球殻導体1, 2, 3の電位 V_1 , V_2 , V_3 をそれぞれ求めよ。
- (3) 球殻導体3にも電荷 Q_3 を与えた。球殻導体1と球殻導体2の電荷は与えたままである。各球殻導体1, 2, 3の電位 V_1 , V_2 , V_3 をそれぞれ求めよ。
- (4) 各球殻導体1, 2, 3に電荷を与えたままで球殻導体2のみを接地した。
 - a) 球殻導体2にある電荷量を求めよ。
 - b) 球殻導体1と3の電位 V_1 と V_3 をそれぞれ求めよ。

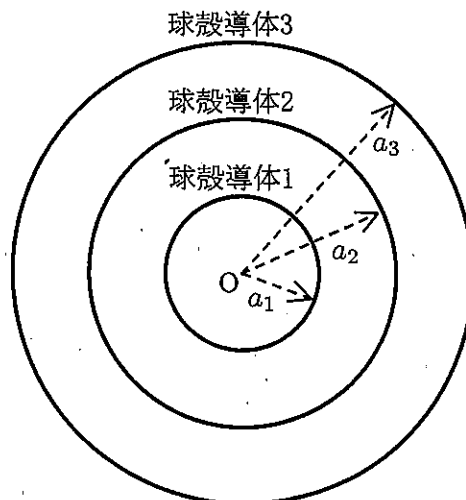


図1-1

第1問(電磁気学その2)

問2

図 1-2, 1-3, 1-4 の導線とコイルは真空中に置かれており, 導線の太さは無視できるものとする.

図 1-2 の太線で示す形状の無限長導線は yz 平面上に置かれており, 一定電流 I が矢印方向へ流れているとき, 以下の問い (1), (2) に答えよ.

- (1) z 軸上の電流 I においてその微小部分 ds が, そこから位置ベクトル \mathbf{r} 離れた点 $(0, b, 0)$ につくる磁界 $d\mathbf{H}$ をベクトルで表せ.
- (2) 無限長導線に流れる電流 I が点 $(0, b, 0)$ につくる磁界 \mathbf{H} を求める式を書き, 磁界の各成分 H_x, H_y, H_z を求めよ.

図 1-3 の太線で示す形状の無限長導線は yz 平面上に置かれており, 一定電流 I が矢印方向へ流れている. 円の中心は原点 O と一致しており, 円の半径を c とし, 導線の弧状部分の中心角を φ としたとき, 以下の問い (3), (4) に答えよ.

- (3) 円上の電流 I においてその微小部分 ds が原点 O につくる磁界の大きさ dH を求めよ.
- (4) 無限長導線に流れる電流 I が原点 O につくる磁界の大きさ H を求めよ.

図 1-4 のように太線で示す直線状の無限長導線は z 軸上に置かれており, 一定電流 I_1 が矢印方向へ流れている. また, yz 平面上に O' を中心とする半径 g の N 回巻きの円形コイルが, 図のように直線状の導線から垂直に距離 d の位置に置かれている. N 回巻きの円形コイルには一定電流 I_2 が流れており, 円形コイルの中心での磁界の大きさがゼロのとき, 以下の問い (5), (6) に答えよ.

- (5) N 回巻きの円形コイルに流れる電流 I_2 の向きを述べ, その理由を説明せよ.
- (6) N 回巻きの円形コイルに流れる電流 I_2 の大きさを求めよ.

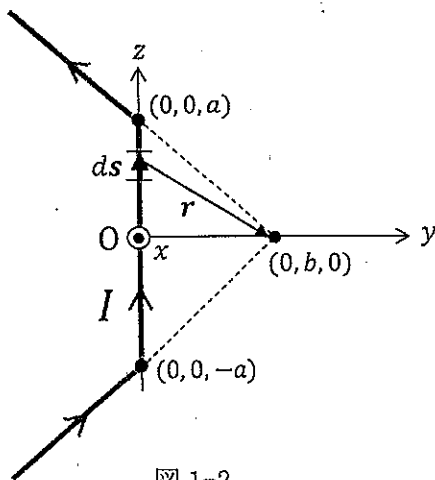


図 1-2

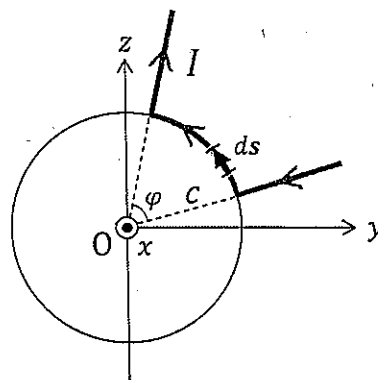


図 1-3

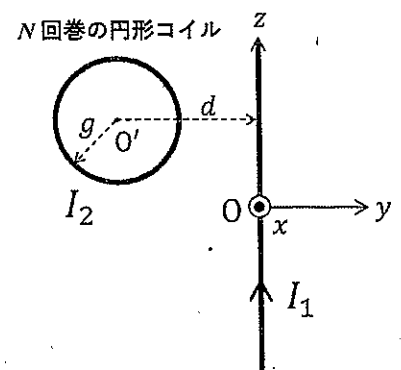


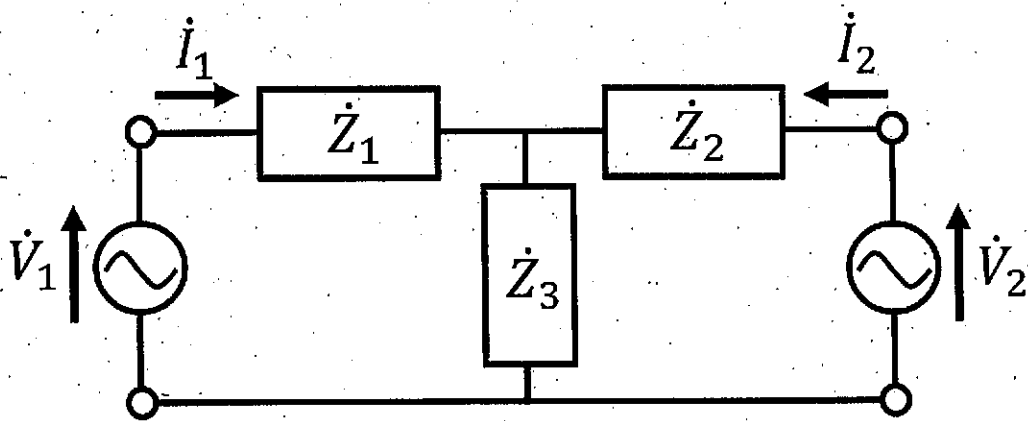
図 1-4

第2問(電気回路学その1)

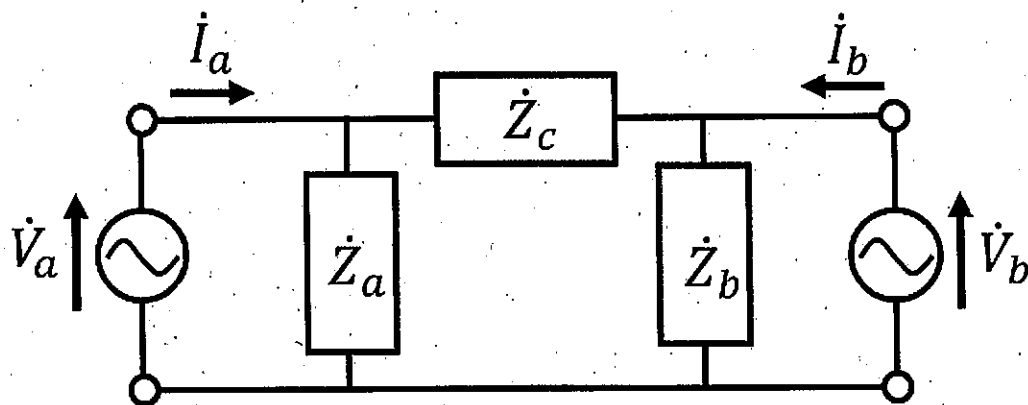
問1

図2-1に示す回路について下記の問いに答えよ。

- (1) 回路(a)に印加された電圧 \dot{V}_1 , \dot{V}_2 を, インピーダンス Z_1 , Z_2 , Z_3 , および電流 I_1 , I_2 を用いて表せ。
- (2) 回路(b)に印加された電圧 \dot{V}_a , \dot{V}_b を, インピーダンス Z_a , Z_b , Z_c , および電流 I_a , I_b を用いて表せ。
- (3) 回路(a)と回路(b)が互いに等価であるとき, Z_3 を Z_a , Z_b , Z_c を用いて表せ。
- (4) 回路(a)と回路(b)が互いに等価であり, $Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_T$ かつ $Z_a = Z_b = Z_c = Z_\pi$ のとき, Z_T と Z_π の関係を示せ。



回路(a)



回路(b)

図2-1

第2問(電気回路学その2)

問2

図 2-2 に示すインダクタ、抵抗器が直列接続された回路において、 L はインダクタのインダクタンス、 R は抵抗器の抵抗である。ある角周波数 ω_0 において、 $R = \sqrt{3}\omega_0 L$ の関係があるとするとき、以下の問いに答えよ。

- (1) $1-1'$ 間に起電力 $e_1(t) = \sqrt{2}V_1 \sin \omega_0 t$ の電圧源を接続した。回路に流れる電流の実効値 I_1 、および $e_1(t)$ からの電流の位相差 θ_1 を求めよ。
- (2) $1-1'$ 間に起電力 $e_3(t) = \sqrt{2}V_3 \sin 3\omega_0 t$ の電圧源を接続した。回路に流れる電流の実効値 I_3 、および $e_3(t)$ からの電流の位相差 θ_3 を求めよ。
- (3) $1-1'$ 間に起電力 $e_d(t) = E + \sqrt{2}V_1 \sin \omega_0 t + \sqrt{2}V_3 \sin 3\omega_0 t$ の電圧源を接続した。回路に流れる電流 $i_d(t)$ を求めよ。
- (4) (3)のとき、 $i_d(t)$ の実効値 I_d を求めよ。
- (5) (3)のとき、この回路で消費する電力 P を求めよ。

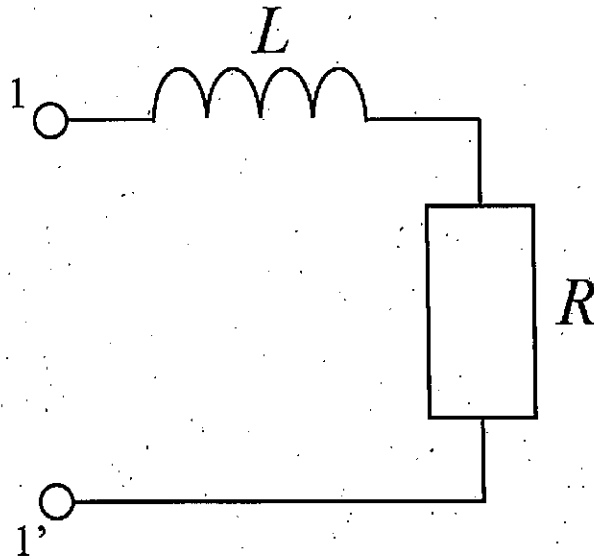


図 2-2