| 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(**通信ネットワーク系**)入学試験問題

# 選　択　科　目

| 科目名 | 電磁気学（第1問） | 電気回路学（第2問） | 論理回路（第3問） | 確率統計論（第4問） |
|---|---|---|---|---|
| 選択する科目に〇印<br>選択しない科目に×印 | | | | |

**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 10 枚の問題紙を綴じています(2〜9 枚目:問題，10 枚目:下書き・計算用)。
3. 4 科目の内から 2 科目を選択して解答すること。**試験終了までに，上記の選択科目欄において，選択する科目に〇印，選択しない科目に×印を記入すること。**選択しない科目の解答用紙については，解答欄に大きく×印を記入すること。選択した科目以外の解答用紙や余白に書かれた答案は採点されません。
4. **選択しない科目の解答用紙も含めて，すべての解答用紙**および**問題冊子の表紙**の所定の受験番号欄に**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。
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 0 V 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．

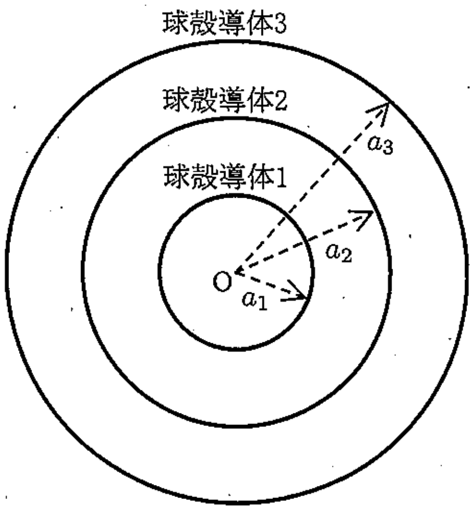



図 1-1

## 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 $\boldsymbol{ds}$ が, そこから位置ベクトル $\boldsymbol{r}$ 離れた点 $(0,\ b,\ 0)$ につくる磁界 $\boldsymbol{dH}$ 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 $\boldsymbol{H}$ 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 $\varphi$ 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.

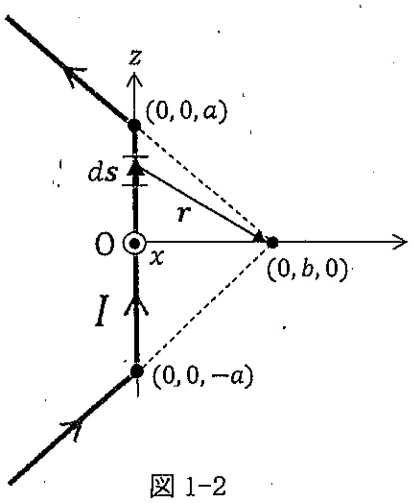


図 1-2

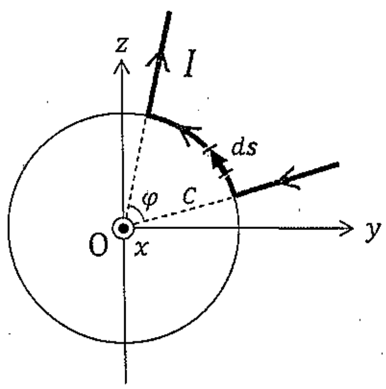


図 1-3

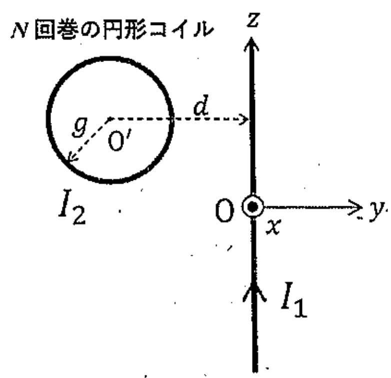


図 1-4

## 第2問（電気回路学その 1）

問 1

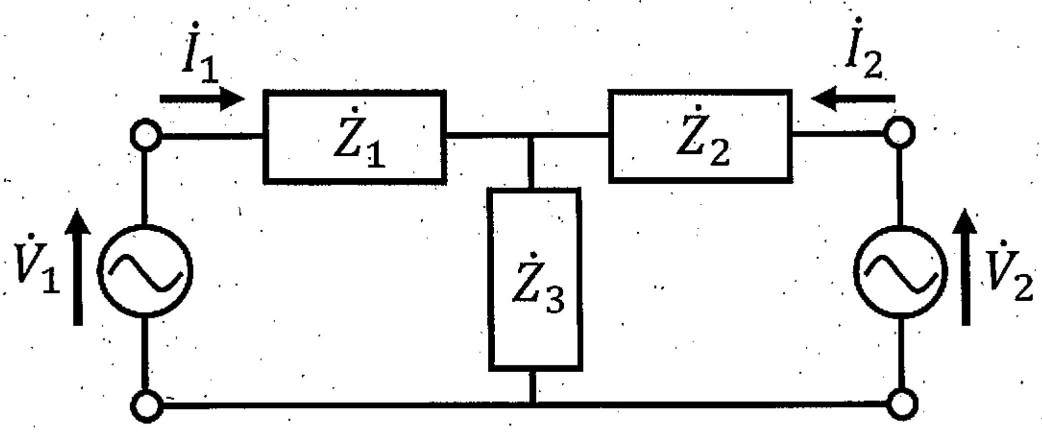
図 2-1に示す回路について下記の問いに答えよ。

(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 $\dot{Z}_1$, $\dot{Z}_2$, $\dot{Z}_3$, および電流 $\dot{I}_1$, $\dot{I}_2$ を用いて表せ。

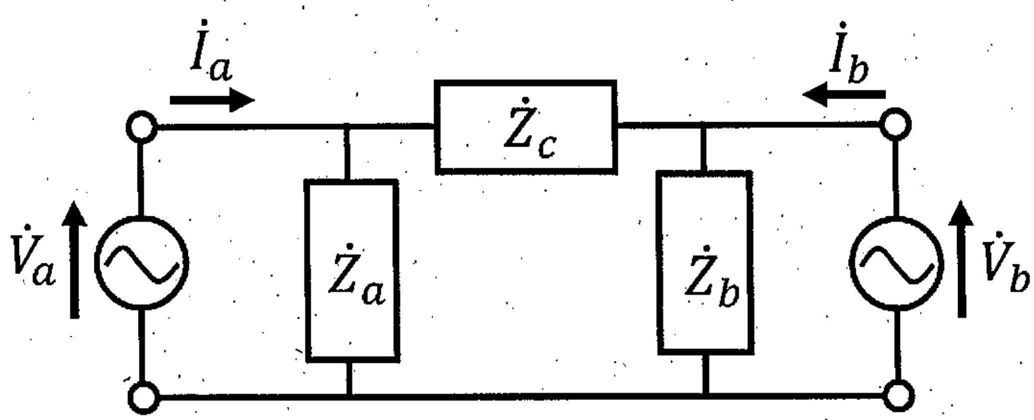
(2) 回路(b)に印加された電圧 $\dot{V}_a$, $\dot{V}_b$ を, インピーダンス $\dot{Z}_a$, $\dot{Z}_b$, $\dot{Z}_c$, および電流 $\dot{I}_a$, $\dot{I}_b$ を用いて表せ。

(3) 回路(a)と回路(b)が互いに等価であるとき, $\dot{Z}_3$ を $\dot{Z}_a$, $\dot{Z}_b$, $\dot{Z}_c$ を用いて表せ。

(4) 回路(a)と回路(b)が互いに等価であり, $\dot{Z}_1 = \dot{Z}_2 = \dot{Z}_3 = \dot{Z}_T$ かつ $\dot{Z}_a = \dot{Z}_b = \dot{Z}_c = \dot{Z}_\pi$ のとき, $\dot{Z}_T$ と $\dot{Z}_\pi$ 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 $\omega_0$ 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 $\theta_1$ 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 $\theta_3$ 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。

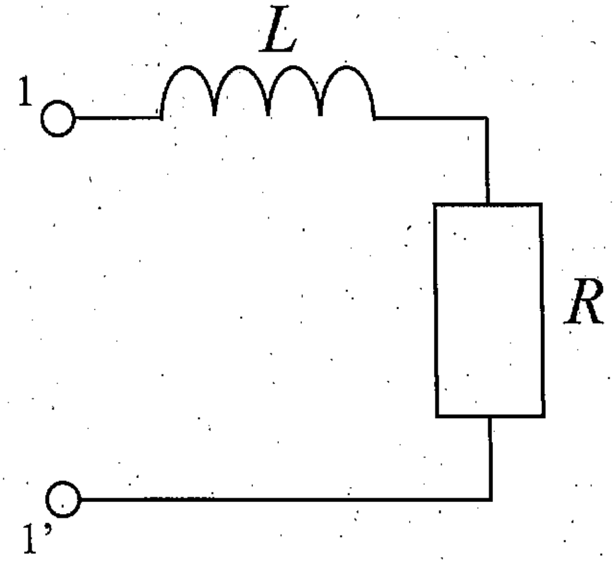



図 2-2

## 第3問（論理回路その1）

**問1** 次の各等式において，ブール代数を用いて左辺から右辺へ式変形せよ。式を変形する過程において，べき等律（べき等則），相補律（相補則），分配律（分配則），吸収律（吸収則），ド・モルガンの法則を使用した場合は使用箇所を明示すること。

(1) $xy + \bar{x}z + yz = xy + \bar{x}z$

(2) $x + z + \bar{x}y\bar{z} = x + y + z$

(3) $\overline{\bar{x} \cdot (\bar{x} + \bar{y})} = x$

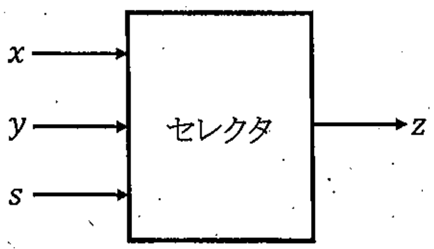
**問2** 次の真理値表で表される論理関数 $f(x, y, z)$ について以下の問いに答えよ。なお，「$*$」はドントケア(don't care)を表す。

(1) $f(x, y, z)$のカルノー図を示せ。

(2) $f(x, y, z)$の最簡積和形を求めよ。

| $x$ | $y$ | $z$ | $f(x,y,z)$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | * |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | * |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | * |
| 1 | 0 | 1 | * |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | * |

**問3** 次の図と真理値表で表されるセレクタは，入力信号 $s$ の値が 0 である場合には入力信号 $x$ の値を出力信号 $z$ の値として出力し，入力信号 $s$ の値が 1 である場合には入力信号 $y$ の値を出力信号 $z$ の値として出力する。以下の問いに答えよ。




| $x$ | $y$ | $s$ | $z$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

(1) AND ゲート，OR ゲート，NOT ゲートを用いてセレクタの論理回路図を記述せよ。

(2) NAND ゲートのみを用いてセレクタの論理回路図を記述せよ。

## 第3問（論理回路その2）

**問4** 次の状態遷移表と論理回路図で表される順序回路（入力信号 $x$，現在の状態 $Q_1Q_2$，次の状態 $Q_1^*Q_2^*$，出力信号 $z$）を考え，状態変数 $Q_1$，$Q_2$ を 2 個の JK フリップフロップを用いて実現するものとする。この順序回路について以下の問いに答えよ。必要に応じて右下の JK フリップフロップ動作表を用いてよい。

(1) 順序回路の出力信号 $z$ の値を決定する出力関数 $f_{out}(x, Q_1, Q_2)$の最簡積和形を求めよ。

(2) ある JK フリップフロップの現在の状態が $Q = 0$ であるとき，その次の状態を $Q^* = 0$ とするためには，その JK フリップフロップの 2 つの入力信号 $J$ と $K$ に対してどのような値の組を与えればよいのかを答えよ。解が複数存在する場合には，すべてを答えよ。

(3) 以下の 4 つの励起関数それぞれの最簡積和形を求めよ。

① 1 つ目の JK フリップフロップの入力信号 $J_1$ の値を決定する励起関数 $f_{J_1}(x, Q_1, Q_2)$

② 1 つ目の JK フリップフロップの入力信号 $K_1$ の値を決定する励起関数 $f_{K_1}(x, Q_1, Q_2)$

③ 2 つ目の JK フリップフロップの入力信号 $J_2$ の値を決定する励起関数 $f_{J_2}(x, Q_1, Q_2)$

④ 2 つ目の JK フリップフロップの入力信号 $K_2$ の値を決定する励起関数 $f_{K_2}(x, Q_1, Q_2)$

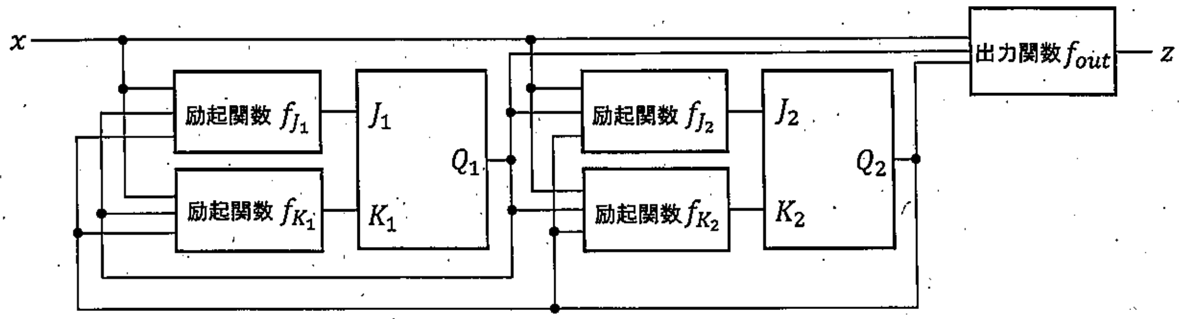
状態遷移表

| $Q_1Q_2$ \ $x$ | 0 | 1 |
|---|---|---|
| 00 | 00, 0 | 01, 0 |
| 01 | 11, 0 | 01, 0 |
| 10 | 00, 0 | 00, 1 |
| 11 | 10, 0 | 01, 0 |

$Q_1^*Q_2^*$, $z$

JK フリップフロップ動作表
（$Q$は現在の状態，$Q^*$は次の状態を表す）

| $J$ | $K$ | $Q^*$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | $Q$ |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | $\bar{Q}$ |




論理回路図

## 第4問（確率統計その1）

**問1** 理想的な正6面体のさいころ3個を同時に振る試行における目の出方について，以下の問いに答えよ。

(1) 1回の試行において3つの目が1種類になる(すべて同じになる)確率を求めよ。

(2) 1回の試行において3つの目が2種類以上になる確率を求めよ。

(3) 1回の試行において出た目の総和を確率変数 $X$ として，平均 $E[X]$ を求めよ。

(4) 2回連続する試行においていずれのさいころも出た目が2以下となる確率を求めよ。

**問2** 確率変数 $X$ は平均 $E[X]=4$ と分散 $V[X]=1$ であるとする。ある定数 $a$，$b$ $(a>0)$ に対して確率変数 $Y$ を $Y=aX+b$ と定めると，$E[Y]=-1$，$V[Y]=64$ となるという。このとき，これらの定数 $a$，$b$ の値を求めよ。なお，計算過程を示せ。

**問3** 確率変数 $X$ が非負整数全体の集合 $\{0,1,2,\ldots\}$ に値をとり，$\lambda$ を正の定数として $X$ の確率関数が

$$f(k)=e^{-\lambda}\frac{\lambda^k}{k!} \quad (k=0,1,2,\ldots)$$

と与えられるとき，$X$ はポアソン分布に従うという。以下の問いに答えよ。

(1) $X$ の平均 $E[X]$ を求めよ。なお，計算過程は示さなくてよい。

(2) $X$ の分散 $V[X]$ を求めよ。なお，計算過程は示さなくてよい。

(3) ポアソン分布の確率関数 $f(k)$ について，$\sum_{k=0}^{\infty} f(k)$ を求めよ。なお，計算過程を示せ。

(4) ある無線パケット通信での単位秒あたりのパケットの消失個数がポアソン分布に従うとする。1秒あたりの平均のパケット消失個数が2個の場合，消失するパケットの個数が4個以上となる確率を求めよ。なお，簡単のため，$e=2.72$，$e^2=7.39$，$e^3=20.1$，$e^4=54.6$，$e^5=148$ とし，有効数字3桁で計算せよ。

## 第4問（確率統計その2）

問4 連続型の確率変数 $X$ の確率密度関数が，定数 $\alpha$ を用いて次の式で与えられるとき，以下の問いに答えよ。なお，計算過程を示せ。

$$f(x) = \begin{cases} \alpha(1+x), & -1 \leq x \leq 2 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

(1) $X$ の平均 $E[X]$ を求めよ。

(2) $X$ の分散 $V[X]$ を求めよ。

(3) 定数 $\alpha$ の値を求めよ。