受験番号	

2022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○印 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○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(その1)

注意：

(1) 結果だけでなく，考え方や導出過程についても記述すること。

(2) 国際単位系(SI)を用い，真空の誘電率は ε_0 [F/m]，透磁率は μ_0 [H/m]とする。

問1 真空中に，図1のような半径 R の球面を考える。球面の中心 O からの距離を r，無限遠点における電位を零として以下の問いに答えよ。ただし，球面の内部も真空であるとする。

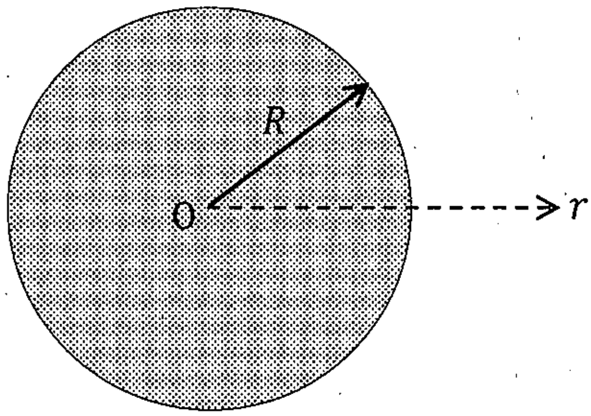

図1

(1) 電荷 $Q\,(>0)$ が球面上に一定の面密度で分布しているとき，位置 r における電界の大きさを求めよ。

(2) (1) において，位置 r における電位を求め，横軸 r としたグラフの概形を図示せよ。

(3) 電荷 $Q\,(>0)$ が球の中に一様な密度で分布しているとき，位置 r における電界の大きさを求めよ。

(4) (3) において，位置 r における電位を求め，横軸 r としたグラフの概形を図示せよ。

第1問(その2)

問2 真空中に，図2－1に示す内半径a，外半径b，幅hの矩形断面のリングがある。リングは透磁率μ_0の非磁性材料で，太さの無視できる導線が密に巻数Nで巻かれており，電流Iが流れている。以下の問いに答えよ。

(1) 中心軸からの距離をrとして，非磁性材料内部の磁界の大きさHと磁束密度の大きさBを求めよ。

(2) コイルの磁気エネルギーUを求めよ。

(3) コイルの自己インダクタンスLを求めよ。

(4) 図2－2のように，リングの半分を透磁率μ_0の非磁性材料，残りの半分を透磁率μ_1の磁性材料にしたとき，中心軸からの距離をrとして，非磁性材料内部の磁界の大きさH_0と磁束密度の大きさB_0，磁性材料内部の磁界の大きさH_1と磁束密度の大きさB_1を求めよ。

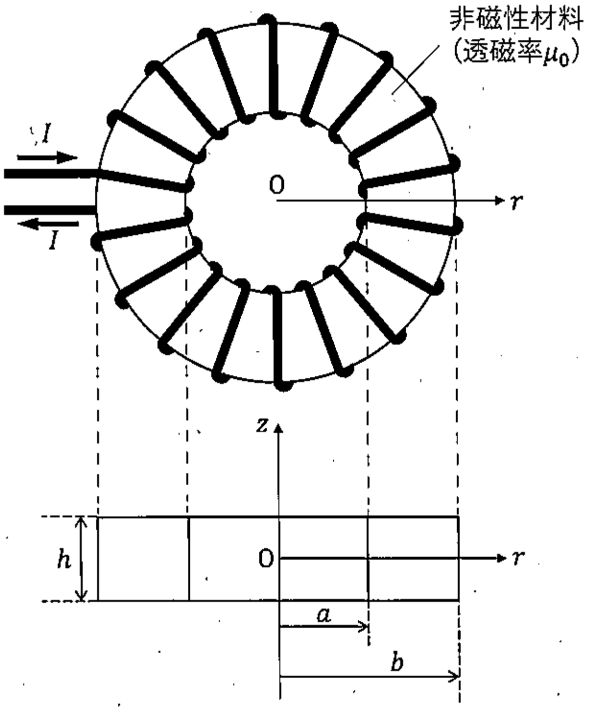

図2－1

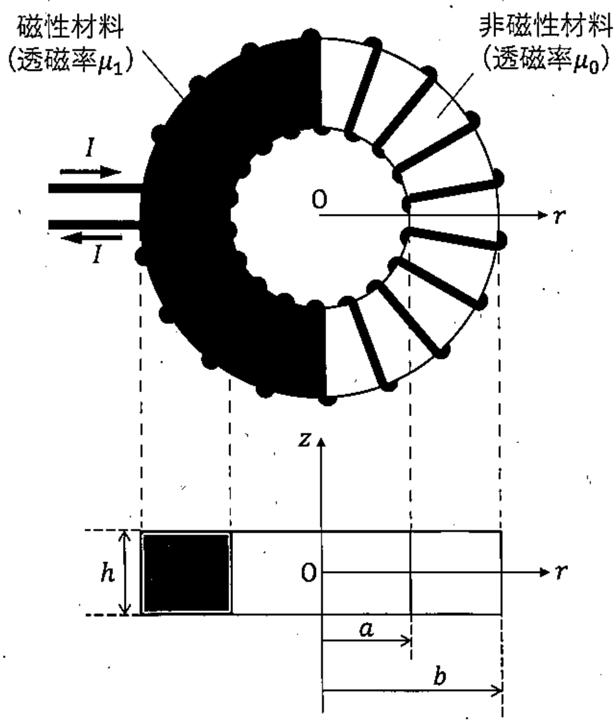

図2－2

第2問(その1)

問1 図3に抵抗器，直流電圧源，および直流電流源からなる回路を示す。R, r_1, r_2 は抵抗器の抵抗値，E は電圧源の起電力，J は電流源による電流を表す。以下の問いに答えよ。

(1) 端子対 1-1' から左を見たときの，テブナン等価回路の等価電圧源を E', 等価抵抗を r' とする。テブナン等価回路を図示し，E' を求めよ。

(2) (1)のテブナン等価回路における等価抵抗の大きさ r' を求めよ。

(3) R に流れる電流 I を E, J, r_1, r_2, R を用いて示せ。

(4) 図3の R を変化させたときに，その抵抗器における消費電力が最大値 $P_{\max}$ となるような R および $P_{\max}$ を E, J, r_1, r_2 を用いて示せ。

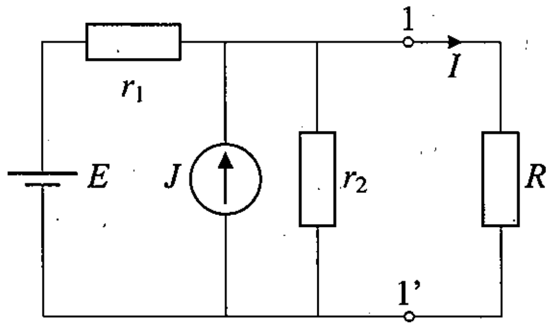

図3

第2問(その2)

問2 図 4 に示す RC 回路の時刻 t における電流 $i(t)$ を求めるにあたり，以下の問いに答えよ。図中の E_1，E_2 は直流電圧源の起電力，R は抵抗器の抵抗値，C はコンデンサのキャパシタンス，S はスイッチを表す。$t=0$ において S を a に接続し，その後に t が回路の時定数 T になった瞬間に S を a から b に切り替える。ただし，$t=0$ において，コンデンサに電荷は蓄えられていないものとする。

(1) $0 < t \leq T$ において，ラプラス変換による s 領域（周波数領域）の等価回路を図示し，その等価回路に流れる電流 $I(s)$ を表す式を示せ。

(2) $0 < t \leq T$ において，回路に流れる電流 $i(t)$ を求めよ。

(3) t が 0 から T までの間にコンデンサに蓄積される電荷 q_T を求めよ。

(4) $t > T$ において，ラプラス変換による s 領域（周波数領域）の等価回路を図示し，その等価回路に流れる電流 $I(s)$ を表す式を示せ。

(5) $t > T$ において，回路に流れる電流 $i(t)$ を求めよ。

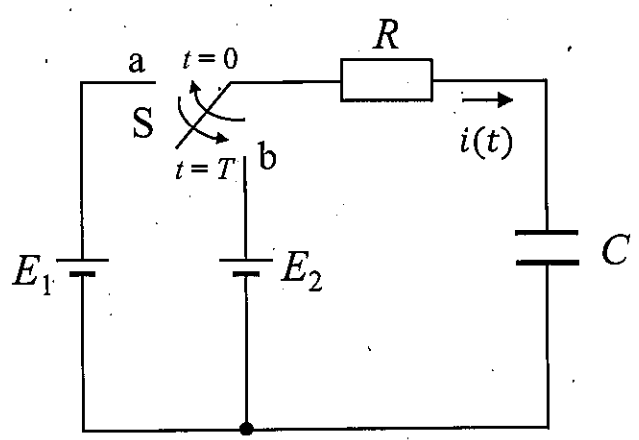

図 4

第3問(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) $\overline{(x+y)(\bar{x}+\bar{y}+\bar{z})} = \bar{x}\bar{y} + xyz$

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

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

問2 次の論理式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。

$$f(x,y,z) = \bar{x}\bar{y}z + x\bar{y}\bar{z} + x\bar{y}z + xyz$$

(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。

(3) $f(x,y,z)$の最簡積和形に対応する論理回路図を示せ。

問3 次の状態遷移表で表される順序機械の状態数を最小化し，その状態遷移表を示せ。状態数の最小化の過程も示すこと。

状態遷移表

	入力	
現状態	0	1
S_1	S_3, 1	S_2, 1
S_2	S_3, 0	S_1, 1
S_3	S_4, 1	S_1, 1
S_4	S_2, 0	S_7, 1
S_5	S_3, 0	S_7, 1
S_6	S_3, 0	S_1, 1
S_7	S_3, 1	S_5, 1

次状態，出力

第3問（その2）

問4 次の状態遷移表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，2 個の SR フリップフロップを状態変数として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。

(1) 2 個の SR フリップフロップそれぞれの励起関数の最簡積和形を求めよ。必要に応じて右下の SR フリップフロップ動作表を用いてよい。

(2) 順序回路の出力関数の最簡積和形を求めよ。

(3) 順序回路全体の論理回路図を示せ。SR フリップフロップの内部構成を示す必要はない。クロック信号は省略してもよい。

状態遷移表

	x	
Q_1Q_2	0	1
00	01, 0	00, 0
01	11, 0	00, 0
11	11, 0	10, 0
10	01, 0	00, 1

$Q_1^*Q_2^*$, z

SR 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）

S	R	Q^*
0	0	Q
0	1	0
1	1	禁止入力
1	0	1

第4問(その1)

問1 袋の中に,「21」と書かれたボールが 3 個,「22」と書かれたボールが 2 個,「23」と書かれたボールが 1 個入っている。袋の中から無作為にボールを 1 個取り出す試行を複数回繰り返す場合を考える。ただし,各試行で取り出したボールは袋に戻す。このとき,以下の問いに答えよ。ただし,解答には計算過程もしくは導出理由を必ず記すこと。

(1) 1 回目の試行において,取り出したボールが「21」である確率を求めよ。

(2) 1 回目の試行において,取り出したボールに書かれている数の期待値を求めよ。

(3) n 回の試行までに取り出したボールに書かれている数の和の期待値を求めよ。

(4) 2 回目の試行で取り出したボールが「22」であった場合に,3 回の試行で取り出した 3 個のボールに書かれている数の組を列挙せよ。

(5) 2 回目の試行で取り出したボールが「22」であった場合に,3 回の試行で取り出した 3 個のボールに書かれている数の和が 67 となる確率を求めよ。

問2 ある部品会社は,第 A 工場,第 B 工場,第 C 工場,第 D 工場の 4 か所で同じ部品を生産している。ある日に各工場で生産された部品数,および不良品と判定される割合は次の表の通りであった。生産された全部品の中から無作為に 1 個取り出すとき,以下の問いに答えよ。ただし,解答には計算過程を必ず記すこと。

	第 A 工場	第 B 工場	第 C 工場	第 D 工場
生産された部品数	900	1200	800	1100
不良品と判定される割合	a %	b %	c %	d %

(1) 取り出した部品が第 B 工場で生産された部品である確率を求めよ。

(2) 取り出した部品が不良品である確率を求めよ。

(3) 取り出した部品が不良品であったとき,それが第 C 工場で生産された部品である確率を求めよ。

第4問（その2）

問3 ある通信路におけるノイズを観測すると，その振幅の確率密度が，平均 0，分散σ^2の正規分布に従うことが判明した。この通信路を介して二値系列の信号$b \in \{\pm 1\}$を送信して，受信信号rを受け取る場合を考える。このとき，以下の問いに答えよ。ただし，信号bを送信したときに受信信号rを受け取る条件付き確率は，次式で表される。

$$\Pr[r|b] = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(r-b)^2}{2\sigma^2}\right)$$

(1) 信号$b = 1$を送信した場合に，受信信号$r = 0.5$を受け取る確率を求めよ。

(2) 信号$b = -1$を送信した場合に，受信信号$r = 0.2$を受け取る確率を求めよ。

(3) 信号$b = 1$と$b = -1$が等しい確率で生起する場合に，受信信号$r = 0$を受け取った条件下において送信した信号が$b = 1$である確率を求めよ。

(4) 信号$b = 1$の生起確率が 0.4，信号$b = -1$の生起確率が 0.6 であった場合に，受信信号$r = -0.2$を受け取った条件下において送信した信号が$b = 1$である確率を求めよ。

問4 入力信号の電圧 v を測定する実験を考える。入力信号の電圧 v の値が β から α まで一様に分布する($\beta \le v \le \alpha$)場合において，次の問いに答えよ。ただし，解答を導き出すまでの計算過程も示すこと。

(1) 電圧 v の期待値を求めよ。

(2) v^2 の期待値を求めよ。

(3) 電圧 v の分散を求めよ。