受験番号	

2025年度 岡山大学大学院環境生命自然科学研究科(博士前期課程)

環境生命自然科学専攻 数理情報科学学位プログラム

情報通信システム学コース 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 11 枚の問題紙を綴じています(2～10 枚目:問題，11 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. 選択した2科目のすべての問題に解答し，解答用冊子の所定頁の表面に記入しなさい。指定と異なる解答用紙や裏面に書かれた答案は採点されません。
6. 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。
7. 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。

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，透磁率は μ_0 とする。

第1問（電磁気学その1）

問1

図 1-1-1 に示すように，真空中に厚さが無視できる半径 a の円盤がある。この円盤は xy 平面上にあり，円盤の中心は原点に一致している。円盤には一様な面電荷密度 $+\sigma$ で電荷が分布している。この電荷による，z 軸上の点 P $(0,0,b)$ ($b>0$)における無限遠を基準とする電位 V を以下の手順で求める。

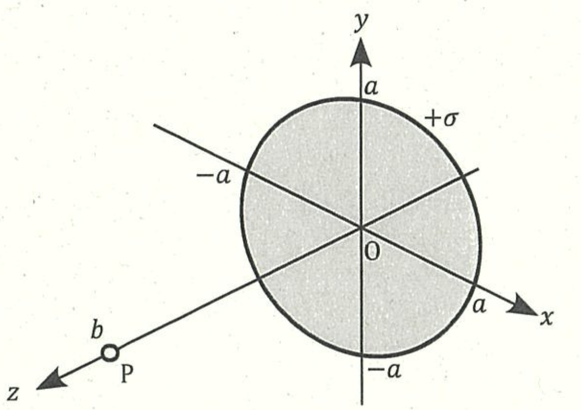

図 1-1-1

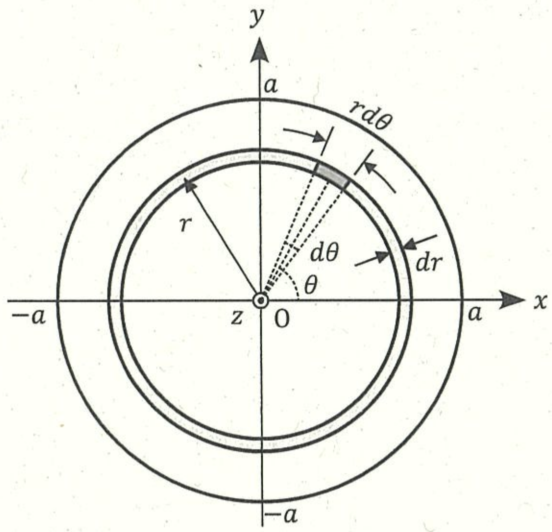

図 1-1-2

(1) 図 1-1-2 に示すように，円盤上の半径 r の位置に微小幅 dr の円環を考える。この円環上の点 $(r\cos\theta, r\sin\theta, 0)$ を中心とする微小長さ $rd\theta$ の円弧にある電荷が z 軸上の点 P $(0,0,b)$ につくる電界 $\boldsymbol{E}_1$ を求め，ベクトルで表せ。

(2) 図 1-1-2 に示す半径 r で微小幅 dr の円環にある電荷が z 軸上の点 P $(0,0,b)$ につくる電界 $\boldsymbol{E}_2$ を求め，ベクトルで表せ。

(3) 図 1-1-1 に示す円盤全体にある電荷が z 軸上の点 P $(0,0,b)$ につくる電界 $\boldsymbol{E}_3$ を求め，ベクトルで表せ。

(4) 図 1-1-1 の z 軸上の点 P $(0,0,b)$ における無限遠を基準とする電位 V を求めよ。

第1問（電磁気学その2）

問 2

図 1-2-1 に示す円形断面を持つ円環鉄心に導線を巻きつけたトロイダルコイルについて以下の問いに答えよ。ただし，円環鉄心の中心半径は r，円環鉄心の断面積は S，コイル 1 の巻数は N_1 とする。そして，磁界は，透磁率 μ の円環鉄心の中に閉じ込められて外には漏れないものとする。また，円環鉄心の円形断面の半径に対し，円環鉄心の中心半径 r は十分に大きく，円環鉄心内の磁界は均一とする。

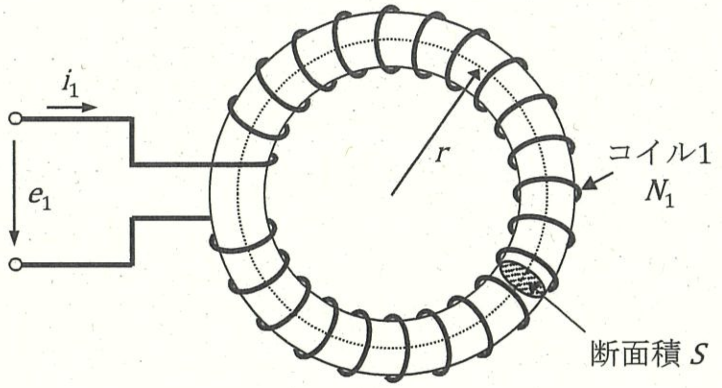

図 1-2-1

(1) コイル 1 に電流 i_1 を流した際の円環鉄心内の磁界 H_1 を求めよ。

(2) コイル 1 に電流 i_1 を流した際の円環鉄心内の磁束 ϕ_1 を求めよ。

(3) コイル 1 の自己インダクタンス L_1 を求めよ。

図 1-2-1 に示すコイル 1 を巻いた円環鉄心に，破線で示すコイル 2 を追加で巻きつけたトロイダルコイルを図 1-2-2 に示す。ただし，コイル 2 の巻数は N_2 とする。そして，コイル 1, 2 にそれぞれ正の電流 i_1, i_2 を流した場合，円環鉄心内に発生する磁束の向きは同じである。

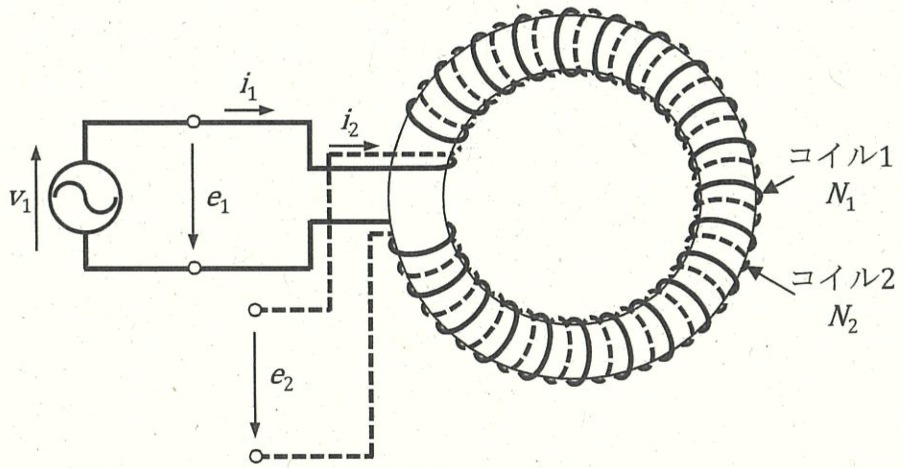

図 1-2-2

第1問（電磁気学その3）

(4) コイル 1 とコイル 2 の間の相互インダクタンス M を求めよ。

(5) コイル 2 の端子を開放した状態で，コイル 1 に交流電圧 $v_1 = \sqrt{2}V\sin\omega t$ を印加した際のコイル 2 に誘導される交流電圧 e_2 を求めよ。

(6) コイル 2 の端子に負荷抵抗 R を接続した状態で，コイル 1 に交流電圧 $v_1 = \sqrt{2}V\sin\omega t$ を印加した際のコイル 1 に流れる交流電流 i_1 を求めよ。ただし，コイル 1, 2 の導線の抵抗は無視できるとする。

第2問（電気回路学その1）

問1

図 2-1-1 のようなインピーダンス $\dot{Z}_1, \dot{Z}_2, \dot{Z}_3, \dot{Z}_4, \dot{Z}$ と角周波数 ω の交流電圧源 $\dot{E}$ からなる回路を考える。以下の問いに答えよ。

(1) 図のようにループ電流 $\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$ を考え，各ループについて回路方程式を示せ。

(2) インピーダンス $\dot{Z}$ に流れる電流 $\dot{I}_3$ を $\dot{Z}_1, \dot{Z}_2, \dot{Z}_3, \dot{Z}_4, \dot{Z}$ および $\dot{E}$ を用いて表せ。

(3) $\dot{I}_3 = 0$ になるための $\dot{Z}_1, \dot{Z}_2, \dot{Z}_3, \dot{Z}_4$ の関係を求めよ。

(4) $\dot{Z}_1$ が図 2-1-2 の抵抗器の抵抗 R_1 とコンデンサのキャパシタンス C_1 の回路素子の並列接続構成であり，$\dot{Z}_2, \dot{Z}_3$ は抵抗器で構成され，その抵抗値は，それぞれ R_2，R_3 とする。$\dot{I}_3 = 0$ になるために必要な $\dot{Z}_4$ を ω，R_1，C_1，R_2，R_3 を用いて表せ。

(5) (4)で求めた $\dot{Z}_4$ を実現する回路図を示せ。ただし，$\dot{Z}_4$ を構成する回路素子は ω に依存しない定数を持つ。その定数を図中の素子に明記すること。

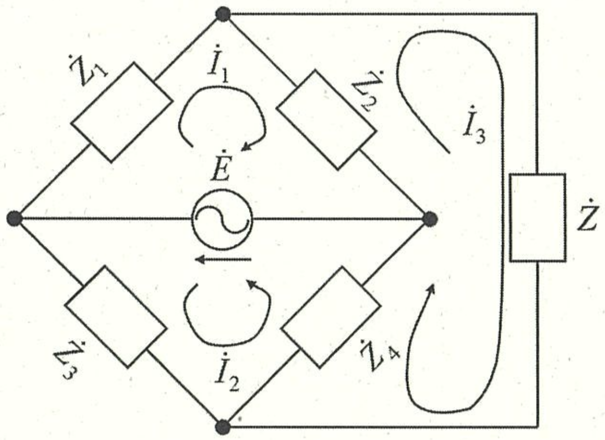

図 2-1-1

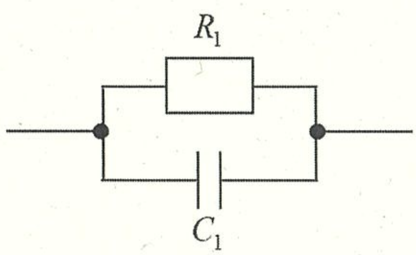

図 2-1-2

第2問（電気回路学その2）

問 2

図 2-2 に示す回路について，以下の問いに答えよ。ここで，$E_1 > 0$，$E_2 > 0$ は直流電圧源の起電力，R_1，R_2，R_3 は抵抗器の抵抗，C はコンデンサのキャパシタンス，S はスイッチ，$v(t)$はコンデンサにかかる電圧を表す。

最初にスイッチ S は a 側に接続されて十分時間が経ったあと，$t = 0$ において回路は定常状態にあった。

(1) $t = 0$ におけるコンデンサの電圧 $v(0)$ を求めよ。

$t = 0$ において S を切り替え，$0 < t < T$ においてスイッチ S は b 側に接続される。

(2) $0 < t < T$ における電圧 $v(t)$ を求めよ。

$t = T$ において再び S を a 側に切り替える。

(3) コンデンサを除いた端子対 a-g の右から左を見たテブナンの等価回路を示せ。

(4) $t > T$ における電圧 $v(t)$ が満たす方程式を求めよ。

(5) $t > T$ における電圧 $v(t)$ を求めよ。

(6) 以上の(5)までで求めた $t \geq 0$ における $v(t)$ のグラフの概形を解答用紙の図に示せ。ただし，$E_1 = E_2 = 10\,\mathrm{V}$，$R_1 = R_2 = R_3 = 10\,\Omega$，$C = 0.1\,\mathrm{F}$，$T = 1\,\mathrm{s}$ とし，$v(T)$の値，およびグラフの $t \to \infty$ における漸近線も図中に示すこと。また，自然対数の底の値が必要なら $e \cong 2.7$ で概算せよ。

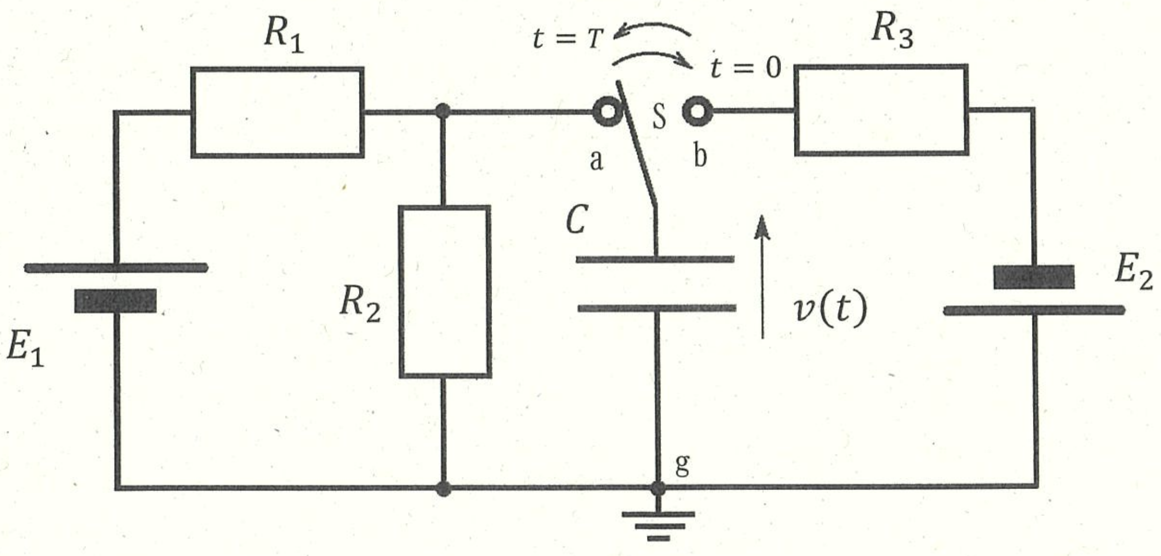

図 2-2

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），コンセンサスの定理，分配律（分配則），吸収律（吸収則），復元律，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) $x\bar{y}z + y + \bar{y}\bar{z} = x + y + \bar{z}$

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

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

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。

(1) $f(x,y,z)$の積和標準形を求めよ。

(2) $f(x,y,z)$のカルノー図を示せ。

(3) $f(x,y,z)$の最簡積和形を求めよ。

x	y	z	$f(x,y,z)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

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

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

次状態，出力

第3問（論理回路その2）

問4 次の状態遷移表（状態表）で表される順序回路（入力信号 x，現在の状態 Q，次の状態 Q^*，出力信号 z）を考え，状態変数を JK フリップフロップで実現するものとする。順序回路全体の論理回路図を作成せよ。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よい。

状態遷移表

		$x=0$	$x=1$
Q	0	0, 0	1, 1
	1	1, 0	0, 0

Q^*, 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	$\bar{Q}$

第4問（確率統計論その1）

問1 写真に写っている人物を判定する装置が開発された。この装置を用いて写真の人物をAとBのどちらかに判定した場合，人物Aの写真を正しくAと判定する割合は94%であった。また，人物Bの写真を誤ってAと判定した割合は4%であった。いま，AまたはBが1人だけ写った写真の束の中から無作為に選んだ1枚の写真について，写っている人物をこの装置を用いて判定する。このとき，以下の問いに答えよ。ただし，選んだ写真の人物がAである確率とBである確率は同じでそれぞれ1/2とする。また，解答においては計算過程も示すこと。

(1) 選んだ写真に写っている人物がAであり，かつその写真が装置によりAと判定される確率を求めよ。

(2) 選んだ写真に写っている人物がBであり，かつその写真が装置によりAと判定される確率を求めよ。

(3) 選んだ写真に写っている人物が装置によりAと判定されたときに，本当にAである確率を求めよ。

(4) 選んだ写真に写っている人物が装置によりBと判定されたときに，本当にBである確率を求めよ。

問2 ある工場で毎日生産される電子機器について，1個あたりの質量の分布は，平均 μ [g]，標準偏差 σ [g] の正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ に従い，$\sigma = 20$ となることが分かっている。生産された電子機器から無作為に n 個を標本として取り出し，それぞれの質量を測定する。それぞれの質量を表す確率変数を $X_1, X_2, \cdots X_n$ とすると，これらは互いに独立であり，正規分布 $N(\mu, 20^2)$ に従う。このとき，以下の問いに答えよ。解答においては計算過程も示すこと。

(1) 標本平均 $\overline{X}$ は正規分布 $N(\mu, a)$ に従う。このときの a を求めよ。

(2) (1)の $\overline{X}$ を用いて確率変数 Z を $Z = (\overline{X} - \mu) / s$ とすると，Z は標準正規分布 $N(0, 1)$ に従う。このときの s を求めよ。

(3) μ の値を信頼度 95%で区間推定する。信頼区間の幅を 14 g 以下にするために必要な標本の個数の最小値を求めよ。ただし，標準正規分布 $N(0, 1)$ に従う確率変数 Z について，$P(-1.96 \leqq Z \leqq 1.96) = 0.95$ として計算すること。

第4問（確率統計論その2）

問3 ある所定時間内に電子メールを k 通受信する確率を下記に示す $P(k)$ とする。即ち，受信するメール数がポアソン分布に従うとする。ただし，λ は実定数である。このとき，以下の問いに答えよ。解答においては計算過程も示すこと。

$$P(k) = e^{-\lambda}\frac{\lambda^k}{k!}$$

(1) 1 日に受信するメールが 3 通以下である確率を求めよ。

(2) 1 日に受信するメール数 k の期待値は λ であることを導出せよ。

(3) k が上記ポアソン分布に従うとき，確率変数 $l = k(k-1)$ とする。確率変数 l の期待値を求めよ。

(4) 確率変数 l と受信メール数 k に，$l + k = k^2$ という関係があることを利用して，受信メール数 k の分散を求めよ。

問4 ある装置から出力される信号の電圧を v としたとき，その電圧 v の確率密度関数 $P(v)$ が下記で表されるとする。ただし，A は装置からの最大出力電圧である。また，電圧 v は必ず正であるとする。このとき，以下の問いに答えよ。解答においては計算過程も示すこと。

$$P(v) = \begin{cases} B\left(1 - \dfrac{v}{A}\right) & 0 \leq v \leq A \\ 0 & v > A \end{cases}$$

(1) $P(v)$ が確率密度関数であるための係数 B の値を求めよ。

(2) 電圧 V に関する分布関数 $P(v \leq V)$ を求めよ。

(3) 装置からの出力電圧が最大出力電圧の 2 分の 1 以下になる確率を求めよ。