受験 番号	

2021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 図 1 のように，z 軸上に 2 つの電荷 $+q$, $-q$ [C] があり，これらの電荷間の距離は $2a$ [m]，これらの電荷を結んだ線分の中点に原点Oがある。この原点Oから距離 r [m], 極角 θ [rad], 方位角 φ [rad] の点P(r,θ,φ)において，以下の問いに答えよ。ただし，考える空間は真空とし，各問いに対する解答は [ ] 内に示されている記号のうち，必要なものを用いて記せ。

(1) 点Pにおける電位を求めよ。[q, a, r, θ, φ, ε_0, μ_0]

(2) 原点Oと点Pとの距離 r と，電荷間の距離 $2a$ との間に $r \gg 2a$ の関係があるとき，点Pにおける電位の近似式を示せ。[q, a, r, θ, φ, ε_0, μ_0]
（必要であれば，$x \ll 1$ のとき $(1+x)^n \approx 1+nx$ と近似できることを用いてよい。）

(3) 点 P が(2)の位置にあるとき，点 P における電界ベクトルを極座標で示せ。[q, a, r, θ, φ, ε_0, μ_0]

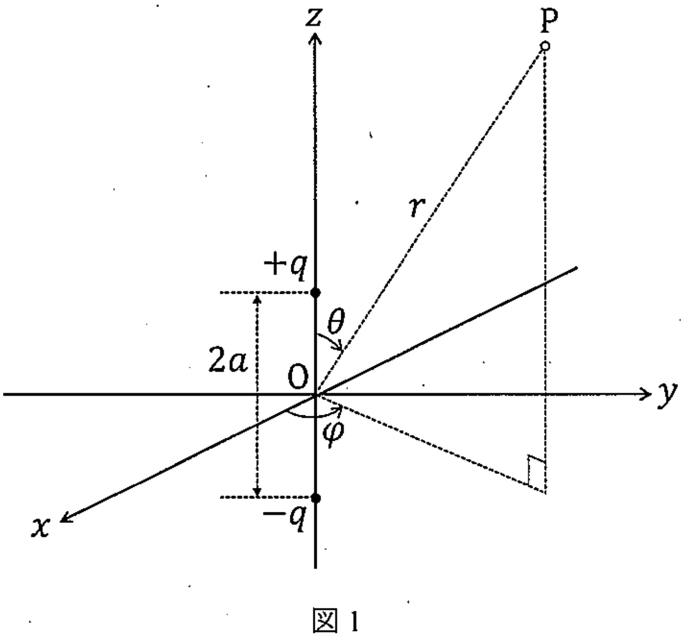


図 1

第1問(その2)

問2 以下の問いに答えよ。ただし，考える空間は真空とする。また，必要ならば以下の不定積分を用いてよい。ここで，a は 0 でない定数とする。

$$\int \frac{dx}{(x^2+a^2)^{3/2}} = \frac{x}{a^2\sqrt{x^2+a^2}} \qquad \int \frac{xdx}{(x^2+a^2)^{3/2}} = -\frac{1}{\sqrt{x^2+a^2}}$$

(1) 図 2 のように，xy平面に置かれた半径 a [m]の円形導線に電流 I [A]が流れている。z 軸上の点Q$(0,0,z)$における磁束密度を求め，ベクトルで表せ。

(2) 図 3 のように，半径 a [m]，長さ $2L$ [m]の円筒ソレノイドが，z 軸を中心軸，原点を長さの中央となるように置かれている。このソレノイドに電流 I [A]が流れているとき，ソレノイドの中心軸（z 軸）上の磁束密度を求め，ベクトルで表せ。ただし，導線は単位長さ当たり巻数は N [1/m]で密に巻かれているものとする。

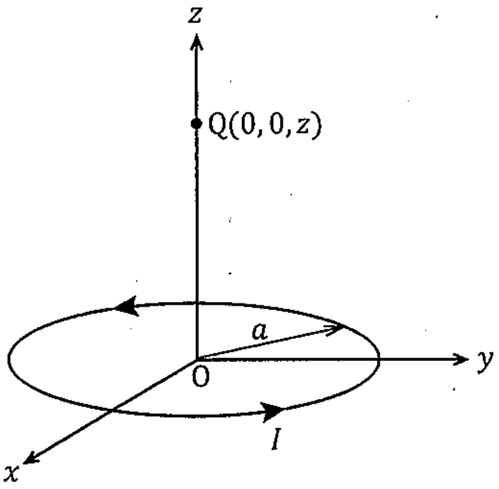


図 2

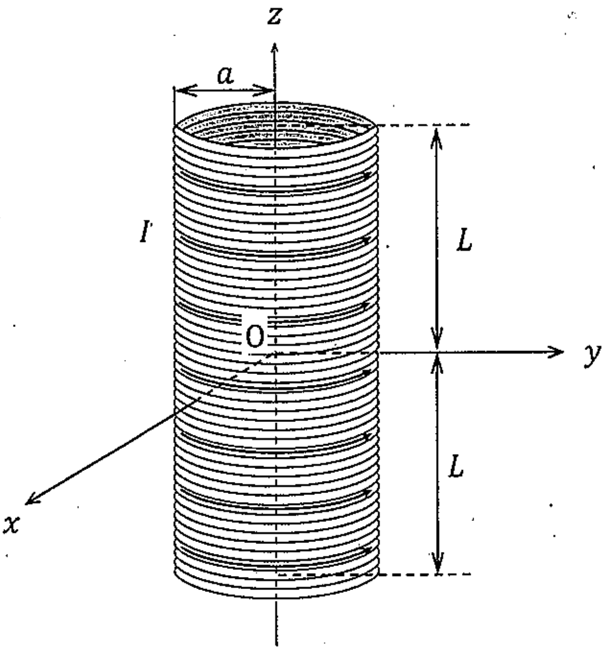


図 3

第2問(その1)

問1 図4に示す直流回路について，以下の問いに答えよ。なお，直流電圧源の起電力Eは100 Vとする。

(1) 端子対PQ間の電位差V_{PQ}を求めよ。

(2) 直流電圧源Eを短絡した際の端子対PQからみた回路の合成抵抗R_{PQ}を求めよ。

(3) 直流電圧源Eの短絡を取りやめ，そして，端子対PQ間に抵抗$R_5 = 30\,\Omega$を取り付けたとき，抵抗R_5に流れる電流I_5を求めよ。ただし，抵抗R_5において端子Pから端子Qに向かって流れる電流の向きを正とする。

(4) 端子対PQ間に取り付けた抵抗R_5の抵抗値を変化させたとき，抵抗R_5の消費電力が最大となる抵抗R_5の抵抗値と，この最大となる消費電力の値を求めよ。

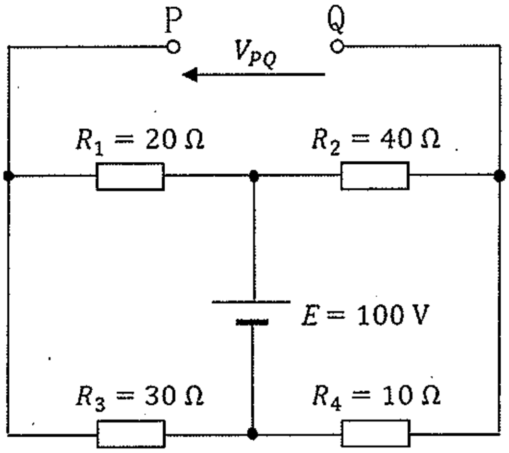


図4

第2問(その2)

問2 図 5 に示す回路について，以下の問いに答えよ。図中の E は直流電圧源の起電力，r は直流電圧源の内部抵抗，R は抵抗器の抵抗，C はコンデンサのキャパシタンス，S はスイッチを表す。$t < 0$ において S は開いておりコンデンサに電荷は蓄えられて無いものとする。

(1) $t = 0$ で S を閉じた。この時のコンデンサ電流 $i_C(0)$ を求めよ。

(2) S を閉じて充分時間が経過し，回路が定常状態となったと見なせる $t = T$ でのコンデンサ電圧 $v_C(T)$ を求めよ。

(3) $0 \leqq t < T$ における $i_C(t)$ を求めよ。

(4) $t = T$ で S を開いた。$t \geqq T$ における $i_C(t)$ を求めよ。

(5) 横軸を時間，縦軸を電流値として(3)と(4)で求めた $i_C(t)$ の概形を描け。ただし，$t = 0$ および $t = T$ での値を図中に明記すること。

(6) $t \geqq T$ において R で消費する全エネルギーを求めよ。

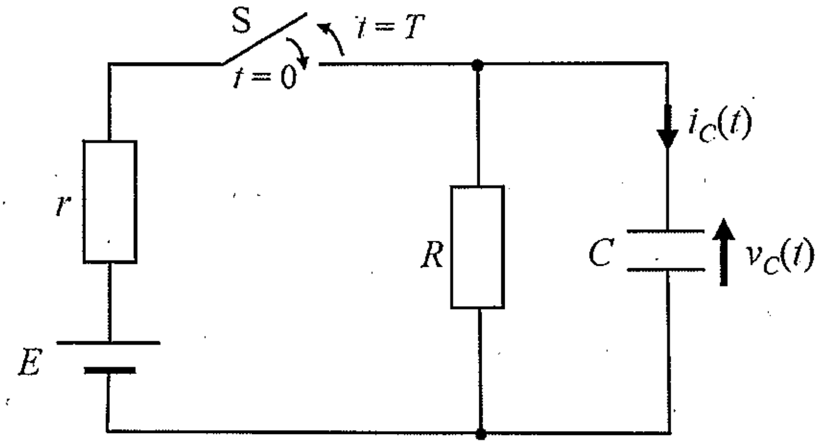


図 5

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) $xy + \overline{(x+y)}\,x = xy$

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

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

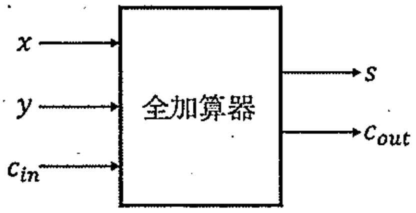
問2 次の真理値表で表される論理関数 $f(x,y,z)$ について以下の問いに答えよ。なお,「*」はドントケア(don't care)を表す。

(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。

入力			出力
x	y	z	$f(x,y,z)$
0	0	0	0
0	0	1	*
0	1	0	*
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	*

問3 次の図と真理値表で表される全加算器について以下の問いに答えよ。なお，c_{in}は下位からの桁上げ，c_{out}は上位への桁上げを表す。



入力			出力	
x	y	c_{in}	s	c_{out}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

(1) AND ゲート，OR ゲート，NOT ゲートのみを用いて全加算器の論理回路図を記述せよ。

(2) NAND ゲートのみを用いて全加算器の論理回路図を記述せよ。

第3問（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_1Q_2，次の状態 $Q_1^*Q_2^*$，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。以下の問いに答えよ。

状態遷移表

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

$Q_1^*Q_2^*$, 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	$\bar{Q}$

(1) ①JK フリップフロップの励起関数の最簡積和形，②順序回路の出力関数の最簡積和形，③順序回路全体の論理回路図をそれぞれ示せ。必要に応じて右上の JK フリップフロップ動作表を用いてよい。JK 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。

続いて，この順序回路の初期状態を$Q_1Q_2 = 00$ とした場合について以下の問いに答えよ。

(2) 順序回路に対してどのような入力信号の系列が与えられた場合に，この順序回路の出力信号 z が 1 になるのかを答えよ。

(3) この順序回路の 4 つの状態（00, 01, 10, 11）のそれぞれが，順序回路に対してどのような入力信号の系列が与えられた状態を表しているのかを答えよ。

第4問（その1）

問1 5 つの箱 B_0, B_1, B_2, B_3, B_4 があり，はじめに箱 B_1 にのみ玉が 1 つ入っている。そして，以下の試行を繰り返すことを考える。

【試行】 その 1 つの玉を必ず別の箱に移動する。どの箱へ移動するかは，等しい確率であるとする。

このとき，以下の問いに答えよ。いずれの解答にもその根拠を記すこと。

(1) 1 回目の試行を終えた時，箱 B_0 に玉が入っている確率はいくらか。

(2) 2 回目の試行を終えた時，箱 B_1 に玉が入っている確率はいくらか。

(3) n回目の試行を終えた時，箱 B_2 に玉が入っている確率はいくらか。

問2 正N面体の面に$1 \sim N$の数字が書かれたサイコロをいくつか同時に振った時に，真下になった面の数字の総和を得点とするゲームを考える。ただし，各面が出る確率は同じである。

(1) $N = 6$のサイコロを一個振った時の得点の期待値と分散を求めよ。

(2) $N = 6$のサイコロ 2 個振った時の得点の期待値を求めよ。

(3) Nが任意の正多面体のサイコロを 2 個振った時の得点の期待値を求めよ。その際，導出過程も示すこと。

問3 確率密度分布に関する下記の問いに答えよ。

入力信号Xが下記の確率密度分布$P(x)$をもつ場合，その信号の期待値$\mathrm{E}[X]$と分散$\mathrm{V}[X]$を導出せよ。ただし，導出の際には，その過程も記すこと。また，mとσはそれぞれ実数の定数である。

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$$

第4問(その2)

問4　1000人に1人が病気であると仮定する。また，病気の検査の感度は70%，特異度は99%とする。ただし，感度とは，病気の人を病気であると正しく判定できる確率であり，特異度とは，病気でない人を病気でないと正しく判定できる確率である。

このとき，人口 10 万人の都市で市民全員に検査を実施した場合の結果について，次の問いに答えよ。

(1) 真に病気である人の数xと病気でない人の数yを求めよ。

(2) 真に病気であるx人のうち，検査により病気であると正しく判定される人の数Xを求めよ。

(3) 病気でないy人のうち，誤って病気であると判定される人の数Yを求めよ。

(4) 10万人に対する検査の結果，病気であると判定される人の数を求めよ。

(5) 検査結果が病気であると判定された人のうち，真に病気である確率Pを求めよ。ただし，解答は小数点第4位以下を四捨五入せよ。