

専攻名	電子情報通信学専攻(一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ①電気回路	P. 1 / 6

- I 図1に示す正弦波交流電圧源 $\dot{E} = Ee^{j\omega t} = E [V]$ (E は正の実定数), 可変リアクタンス (リアクタンス値 $X [\Omega]$), 可変抵抗 (抵抗値 $R [\Omega]$) からなる回路がある。この回路の定常状態について, 以下の問に答えなさい。なお, 以下の設問では X_0 は正の定数とする。
- 問1 電源から流出する電流 i と E, R, X を用いて回路方程式を立て, i を, $a + jb$ (a, b は実数) の形で答えなさい。
- 問2 電源から出力される複素電力 \dot{P} を, E, R, X を用いて, $a + jb$ (a, b は実数) の形で答えなさい。
- 問3 リアクタンス X を $X = X_0$ の固定値とし, 抵抗値 R を $0 \leq R \leq X_0$ の範囲で変更した場合について 電流 i の軌跡を複素平面上に描きなさい。 $R = 0, R = X_0$ の点も, 描いた軌跡上に示しなさい。
- 問4 抵抗値 R を $R = X_0$ の固定値とし, $X_0 \leq X \leq +\infty$ の範囲で X を変更した場合について, 電流 i の軌跡を複素平面上に描きなさい。 $X = X_0, X \rightarrow +\infty$ の点も, 描いた軌跡上に示しなさい。
- 問5 電源から出力される有効電力が, $0 \leq R \leq X_0, X_0 \leq X \leq +\infty$ の範囲において最大となる R および X の条件を求め, その際の電源からみた負荷の力率を求めなさい。
- 問6 $0 \leq R \leq X_0$ かつ $X_0 \leq X \leq +\infty$ の条件において電源から出力される皮相電力が最も大きくなる R および X の条件を求め, その時の電流実効値と皮相電力を単位と共に求めなさい。

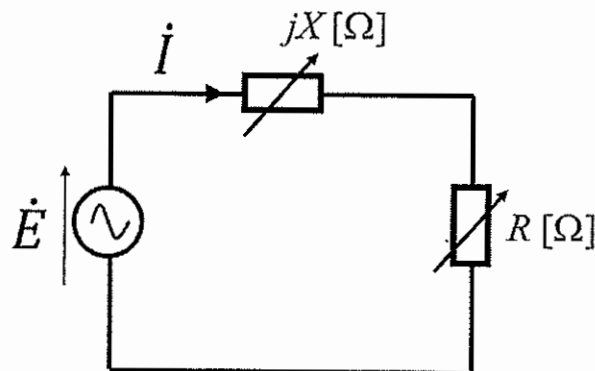


図1

令和5年度(10月期)及び令和6年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験
問題用紙

専攻名	電子情報通信学専攻(一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ②電子回路	P. 2 / 6

I 電圧利得が A の増幅器, 両端のインピーダンスが Z_c の回路, スイッチ $S1$ で構成される図1の回路について考える。増幅器は図2に示すトランスコンダクタンス g_m の電圧制御電流源と抵抗 r_o からなる動作モデル(小信号等価回路)で表され, 入力インピーダンスは無窮大である。インピーダンス Z_c は図3に示す抵抗 R と容量 C からなる回路で表される。 v_{in} , v_{out} は小信号交流電圧, i_{in} は小信号交流電流とし, 角周波数を ω で表す。この回路について, 以下の問に答えなさい。ただし, 出力ポートに負荷インピーダンスを接続しない。また, スイッチ $S1$ の開閉による過渡現象は考慮しなくてよい。

- 問1 スイッチ $S1$ を開いたときの電圧利得 $A = v_{out}/v_{in}$ を, g_m , r_o , Z_c のうち必要なものを用いて表しなさい。
- 問2 スイッチ $S1$ を閉じたとき, 図1の回路の入力インピーダンス $Z_{in}(\omega) = v_{in}/i_{in}$ を, Z_c と A を用いて表しなさい。
- 問3 スイッチ $S1$ を閉じたときの電圧利得 $G(\omega) = v_{out}/v_{in}$ を, g_m , r_o , Z_c のうち必要なものを用いて表しなさい。
- 問4 スイッチ $S1$ を閉じたときの直流電圧利得 ($\omega = 0$ の電圧利得) と $|G(\omega)|$ のコーナー角周波数(Bode線図の傾きが変化する折れ点角周波数)の値を g_m , r_o , R , C のうち必要なものを用いて表しなさい。コーナー角周波数が複数ある場合は全て求めること。
- 問5 スイッチ $S1$ を閉じたとき, 有限の信号周波数帯域において, $|G(\omega)|$ のコーナーが一つだけ現れる条件を, g_m , r_o , R , C のうち必要なものを用いて表しなさい。ただし, g_m , r_o , R , C は正の有限値である。
- 問6 スイッチ $S1$ を閉じた状態で, 問5で求めた条件を満足するとき, ユニティゲイン角周波数(電圧利得が0 dBとなる角周波数)を求めなさい。ただし, $g_m r_o \gg 1$ とする。

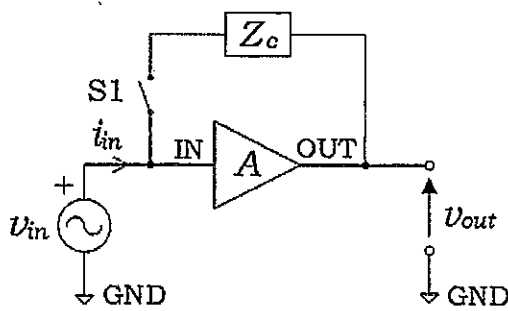
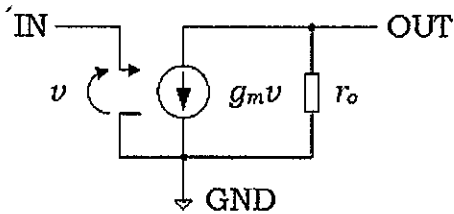


図1




(注)  は, 理想電流源を表す。

図2

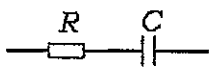


図3

専攻名	電子情報通信学専攻(一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ③電気磁気学	P. 3 / 6

※ 問1と問2の解答は別々の答案用紙に書きなさい。

I 以下の問に答えなさい。

問1 図1のように、半径 a の導体球の周囲を厚さ t 、誘電率 ε の誘電体で包み、導体球に正の電荷 Q を与えた。導体球の中心(点 O)からの距離を r とし、以下の問に答えなさい。ただし、誘電体より外側の空間 ($r > a + t$) の誘電率を ε_0 とする。

- (1) $r > 0$ の各領域における電界を求めなさい。
- (2) $r > 0$ の各領域における電位を求めなさい。ただし、電位の基準は無限遠 ($r \rightarrow \infty$) に取ること。
- (3) 誘電体に蓄えられている静電エネルギーを求めなさい。

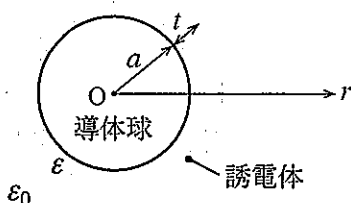


図1

問2 図2のように、 z 軸を中心軸とする半径 a の無限に長い円柱形導体を考える。この円柱導体においては、中心軸からの距離 r に依存する電流密度 $j(r) = kr^2 + h$ で、 z 軸の正の向きに電流が流れている。ここで、 k および h は正の定数であり、円柱導体および空間の透磁率を μ_0 とする。このとき、以下の問に答えなさい。

- (1) 円柱導体を流れる電流を求めなさい。
- (2) 円柱導体の内部および外部の磁束密度の大きさを r の関数として求めなさい。
- (3) ここで、図2のように x 軸と y 軸を定義した直交座標系を考える。正の電荷 q をもつ微小粒子が、 y 軸上の点 $P(0, p, 0)$ を速度ベクトル $v = (0, -2c, c)$ で通過したとき、この微小粒子に働く力のベクトルを求めなさい。ただし、 $p > a$ であり、 c は正の定数とする。

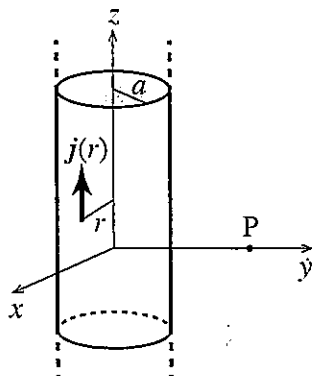


図2

問題用紙

専攻名	電子情報通信学専攻(一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ④情報理論	P. 4 / 6

I 送信記号集合 $A = \{0, n, 1\}$ において、各記号の発生確率 P_0, P_n, P_1 を

$$\{P_0, P_n, P_1\} = \left\{ \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4} \right\}$$

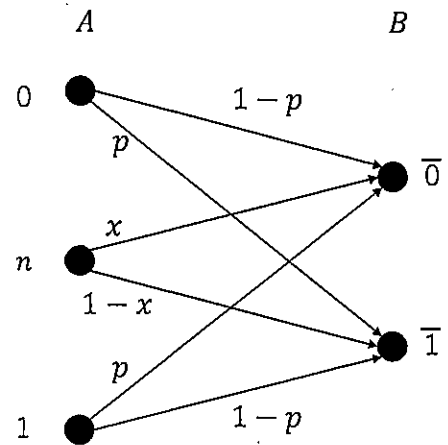
とする。また、受信記号集合 $B = \{\bar{0}, \bar{1}\}$ とし、図の通信路線図で与えられる通信路を用いて送受信する。なお、図中の矢印のラベルは、各送信記号が矢印の先の受信記号で受信される確率を表しており、 $0 \leq p \leq 1, 0 \leq x \leq 1$ である。このとき、以下の問に答えなさい。

問1 図より通信路行列 T を求めなさい。

問2 受信記号 $\bar{0}, \bar{1}$ の発生確率 $P_{\bar{0}}, P_{\bar{1}}$ を求めなさい。

問3 相互情報量 $M = I(A; B)$ を求めなさい。なお、 $P_{\bar{0}}, P_{\bar{1}}$ はそのまま用いて良い。

問4 $x = \frac{1}{2}$ のとき、相互情報量 M を p の関数として図示しなさい。なお、 $0 \leq p \leq 1$ とする。



図：通信路線図

問5 $H(A)$ を送信記号集合 A のエントロピーとする。相互情報量 M の最大値 M_{\max} は、 p, x の値によらず $M_{\max} < H(A)$ となる。 $M_{\max} = H(A)$ とならない理由を説明しなさい。

令和5年度(10月期入学)及び令和6年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験		
問題用紙		
専攻名	電子情報通信学専攻	
試験科目名	専門科目 ⑤アルゴリズムとデータ構造	P.5/6

I 以下の問に答えなさい。

問1 図1は、線形リストの先頭と末尾を繋げた環状リストの処理を、C言語の記法に則り記述している。

- (1) 関数 `struct nd *add(int data, struct nd *p)` は、ポインタ `p` が NULL なら、新しいノードだけの環状リストを作り、`p` が NULL でない場合、`p` が指すノードの次に新しいノードを挿入する。最後に `data` が格納された新しいノードへのポインタを返す。①と②に入るべきコードを書きなさい。
- (2) ③を実行したあと、どのようなデータ構造になっているか、格納されている `data` の値とともに説明しなさい。またポインタ `p` がこのデータ構造のどこを指しているか答えなさい。
- (3) ④で表示される数字を答えなさい。また、`n` と `m` が一般の正の整数の場合、この数字を `n` と `m` を使ってC言語の記法で表しなさい。
- (4) `void func1(struct nd *p)` が何をしている関数か説明しなさい。
- (5) ⑤の二重ループにおけるデータ構造の遷移を、格納されている `data` の値とともに説明し、⑥で何が表示されるか答えなさい。

<pre>#include<stdio.h> #include<stdlib.h> struct nd{ int data; struct nd *next; }; struct nd *add(int data, struct nd *p){ struct nd *new=malloc(sizeof(struct nd)); new->data=data; if(p==NULL){ new->next = new; }else{ new->next = ① ; p->next = ② ; } return new; } void func1(struct nd *p){ if(p==p->next) return; struct nd *tmp = p->next; p->next = p->next->next; free(tmp); }</pre>	<pre>int main(){ int n=5; int m=7; int i,k; struct nd *p=NULL; for(i=0; i<n; i++) p=add(i, p); ③ struct nd *tail=p; for(i=0; i<m; i++) p=p->next; printf("%d\n", p->data); ④ p=tail; for(k=0; k<n-1; k++){ ⑤ for(i=0; i<m; i++) p = p->next; func1(p); } printf("%d\n", p->data); ⑥ return 0; }</pre>
---	---

図1

問2 C言語の `int` 型配列 `x[0], x[1], ..., x[n-1]` の部分配列 `x[s], x[s+1], ..., x[t-1]` ($0 \leq s < t \leq n$) を昇順ソートさせる関数 `void sort(int x[], int s, int t)` について以下の問に答えなさい。

- (1) 選択ソートの方法で、関数 `sort` のコードを書きなさい。ただし関数 `int argmax(int x[], int a, int b)` を使いなさい。この関数は `x[a], ..., x[b-1]` の最大値がある添字を返す ($0 \leq a < b \leq n$)。
- (2) マージソートの方法で、関数 `sort` のコードを、再帰を使って書きなさい。ただし関数 `void merge(int x[], int a, int b, int c)` を使いなさい。この関数は `x[a], ..., x[b-1]` と `x[b], ..., x[c-1]` がすでにソート済みであるという前提で `x[a], ..., x[c-1]` をソートする ($0 \leq a < b < c \leq n$)。
- (3) 選択ソートとマージソートについて、最悪時間計算量を、データ数 `N` に対するオーダー記法を使って表わしなさい。

令和5年度(10月期入学)及び令和6年度 金沢大学大学院自然科学研究科 博士前期課程入学試験 問題用紙		
専攻名	電子情報通信学専攻(一般選抜)	
試験科目名	専門科目 ⑥論理回路	P.6 / 6

I 以下の問に答えなさい。

問1 論理式 $(A + B + C)(\bar{A} + B) = C\bar{A} + B$ をブール代数の公式を用いて証明しなさい。

問2 論理式 $(X \oplus A \oplus B)(X \oplus AB)$ を簡単化して、否定と論理積のみで書き表しなさい。

問3 半加算器の入力を A, B とし、計算出力を S 、繰り上りを C とする。この半加算器について、以下を示しなさい。

- (1) S と C の真理値表
- (2) S と C の論理式
- (3) NAND ゲートのみを用いた論理回路(図示すること)

II 図1は半加算器(HA)を1つと全加算器(FA)を3つ使って構成した4ビット加算器の論理回路であり、入力 A, B から $S = A + B$ を計算する。 A, B, S は4ビット2の補数表現の符号付整数であり、それぞれのビット表現は $A_3 A_2 A_1 A_0, B_3 B_2 B_1 B_0, S_3 S_2 S_1 S_0$ で、符号ビットは A_3, B_3, S_3 であるとし、半加算器の繰り上りを C_0 、全加算器の繰り上りを C_1, C_2, C_3 とする。以下の問に答えなさい。

問1 この加算器に、 A として-1、 B として-2を入力した時の C_0, C_1, C_2, C_3 をそれぞれ答えなさい。

問2 入力に1ビット値 M を追加し、

$$M = 0 \text{ のとき } S = A + B$$

$$M = 1 \text{ のとき } S = A - B$$

を計算する論理回路を、全加算器4つと、必要なゲートを最大4つまで用いて構成しなさい。ただし、使用できるゲートは NOT, AND, OR, XOR の4種類に限る。

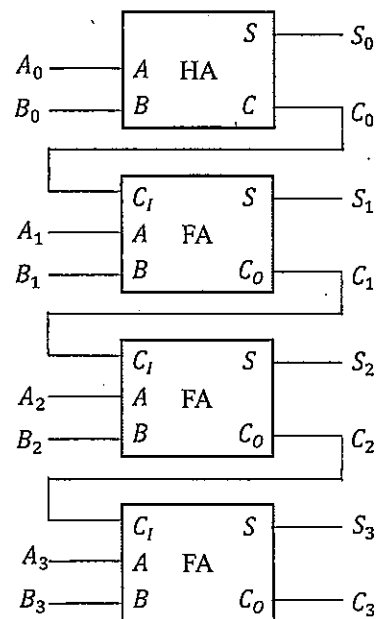


図1