

科目	電子制御工学基礎
----	-----------------

1 枚目
9 枚中

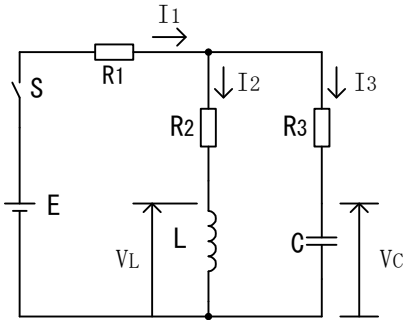
受検 番号	(解答例)
----------	--------------

総 得 点	
-------------	--

小 計	
--------	--

[1] 図の回路で、スイッチ S を閉じて十分時間が経過したときの各部の電流 I_1 , I_2 , I_3 および電圧 V_L , V_C を求めよ。答は、解答欄に書くこと。

$R_1 \sim R_3$ は抵抗[Ω]、L はインダクタンス[H]、C はキャパシタンス[F]、E は直流電源[V]を表す。



十分時間が経過すると、電圧電流は一定値になる。

ここで L の電流が一定とすれば、誘導電圧は発生しないから $V_L=0$

C の電圧が一定であるから、蓄えられる電荷も一定で電流は流れず $I_3=0$

これにより $I_1=I_2$

$E=(R_1+R_2)I_1$ が成り立つからこれを解くと $I_1=I_2=E/(R_1+R_2)$

$V_C=E-R_1I_1$ だから I_1 を代入して $V_C=R_2E/(R_1+R_2)$

(解答欄) (配点 6 点 × 5)

I_1 [A]	I_2 [A]	I_3 [A]
$\frac{E}{R_1 + R_2}$	$\frac{E}{R_1 + R_2}$	0

V_L [V]	V_C [V]
0	$\frac{R_2 E}{R_1 + R_2}$

科目	電子制御工学基礎

2 枚目
9 枚中

受検 番号	(解答例)
----------	-------

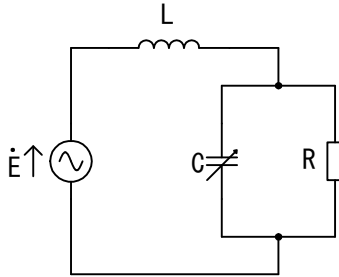
総 得 点	
-------------	--

小 計	
--------	--

[2] 図の回路で電源電圧 $\dot{E} = E \angle 0^\circ$ (E は実効値 [V]) および角周波数 ω 一定として次の問いに答えよ。

R は抵抗 [Ω]、 L はインダクタンス [H]、 C はキャパシタンス [F] を表す。答は、解答欄に書くこと。

- (1) 抵抗 R の電圧 (実効値) を求めよ。
- (2) 抵抗 R の消費電力を求めよ。
- (3) キャパシタンス C を変化して消費電力が最大になる C の値を求めよ。



(1) R の電圧は

$$\dot{V} = \frac{R}{1 + j\omega CR} \dot{E} = \frac{R\dot{E}}{j\omega L + \frac{R}{1 + j\omega CR}} = \frac{R\dot{E}}{R(1 - \omega^2 LC) + j\omega L}$$

R の電圧の実効値は

$$V = \frac{RE}{\sqrt{R^2(1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 L^2}}$$

(2) R の消費電力は

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{RE^2}{R^2(1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 L^2}$$

(3) $\omega^2 LC = 1$ のときに P が最大だから

$$C = \frac{1}{\omega^2 L}$$

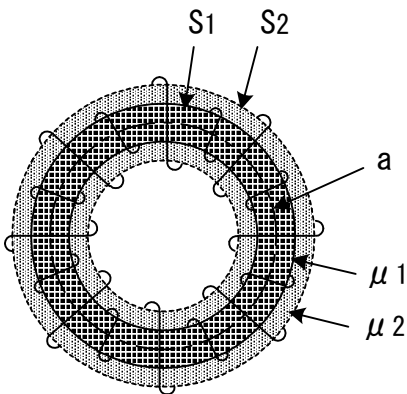
(解答欄) (配点 10 点 \times 3)

(1) R の電圧 [V]	(2) R の消費電力 [W]	(3) 消費電力最大になる C [F]
$\frac{RE}{\sqrt{R^2(1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 L^2}}$	$\frac{RE^2}{R^2(1 - \omega^2 LC)^2 + \omega^2 L^2}$	$\frac{1}{\omega^2 L}$

科目	電子制御工学基礎	3 枚目	受検 番号	(解答例)	総 得 点		小 計	
		9 枚中						

[3] 面積 S_1 [m²] の円断面を持つ平均磁路長さ a [m]、透磁率 μ_1 [H/m] の環心に巻数 N_1 の導線を巻き、その外側に面積 S_2 [m²] の円断面 (注意: S_2 は S_1 を含む) を持つ平均磁路長さ a [m]、透磁率 μ_2 [H/m] で巻数 N_2 の導線を巻いた二重環状ソレノイドがある。ソレノイド外部への漏れ磁束はないものとする。次の問いに答えよ。答は、解答欄に書くこと。

- (1) 内側ソレノイドの自己インダクタンスを求めよ。
- (2) 外側ソレノイドの自己インダクタンスを求めよ。
- (3) 2つのソレノイドの相互インダクタンスを求めよ。



- (1) 内側ソレノイドのみに電流 I_1 を流すと平均磁界 H_1 が生じ $H_1 a = N_1 I_1$ より $H_1 = N_1 I_1 / a$
 内部ソレノイドの鎖交磁束は、 $\Phi_1 = N_1 \mu_1 H_1 S_1 = \mu_1 N_1^2 S_1 I_1 / a$ 、
 $\Phi_1 = L_1 I_1$ より内部ソレノイドの自己インダクタンスは、 $L_1 = \mu_1 N_1^2 S_1 / a$
- (2) 外部ソレノイドのみに電流 I_2 を流すと、磁界 H_2 が生じ、 $H_2 = N_2 I_2 / a$
 磁束密度は内部ソレノイド内で $\mu_1 H_2$ 、内外両ソレノイドの間の部分で $\mu_2 H_2$ となり、外部ソレノイドの鎖交磁束は、 $\Phi_2 = N_2 \{ \mu_1 H_2 S_1 + \mu_2 H_2 (S_2 - S_1) \} = N_2^2 I_2 \{ \mu_1 S_1 + \mu_2 (S_2 - S_1) \} / a$
 $\Phi_2 = L_2 I_2$ より外部ソレノイドの自己インダクタンス、 $L_2 = N_2^2 \{ \mu_1 S_1 + \mu_2 (S_2 - S_1) \} / a$
- (3) 内側ソレノイドのみに電流 I_1 を流すと、磁界は内部ソレノイドの内部のみなので、外部ソレノイドに鎖交する磁束は、 $\Phi_2 = N_2 \mu_1 H_1 S_1 = \mu_1 N_1 N_2 S_1 I_1 / a$
 $\Phi_2 = M I_1$ だから $M = \mu_1 N_1 N_2 S_1 / a$

(解答欄) (配点 10 点 × 3)

(1) 自己インダクタンス (内) [H]	(2) 自己インダクタンス (外) [H]	(3) 相互インダクタンス [H]
$\frac{\mu_1 N_1^2 S_1}{a}$	$\frac{N_2^2 \{ \mu_1 S_1 + \mu_2 (S_2 - S_1) \}}{a}$	$\frac{\mu_1 N_1 N_2 S_1}{a}$

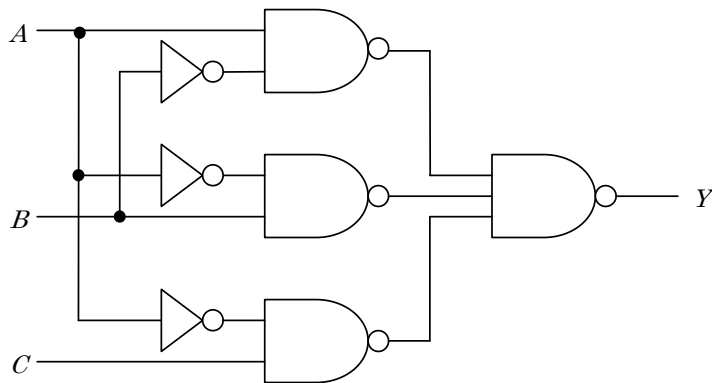
科目	電子制御工学基礎
	9枚中

受検 番号	(解答例)
----------	-------

総 得 点	
-------------	--

小 計	
--------	--

[4] 図に示す論理回路に対する真理値表を完成させなさい。次に、この論理回路を表す論理式を加法標準形（最小項形式）で表しなさい。同じ機能を有する論理回路を乗法標準形（最大項形式）で表現しなさい。最後に、乗法標準形の論理式を簡単化して表しなさい。答は解答欄に記入すること。（25点）



論理回路図

真理値表（解答欄）（配点7点）

入 力			出 力
A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

（解答欄）（配点6点×3）

（加法標準形）上記の論理回路図からは、 $Y = \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot C$

または、 $Y = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot C$ も可

または、 $Y = \bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B} + \bar{B} \cdot C$ も可

（乗法標準形） $\bar{Y} = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot C$ 両辺の否定を取って、

$$Y = \overline{\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot C} = (\overline{\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}})(\overline{A \cdot B \cdot \bar{C}})(\overline{A \cdot B \cdot C})$$

$$Y = (A + B + C)(\bar{A} + \bar{B} + C)(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$$

（簡単化した乗法標準形）

$$Y = (\bar{A} + \bar{B})(A + B + C)$$

科目	電子制御工学基礎	5枚目	受検 番号	(解答例)	総 得 点		小 計	
		9枚中						

[5] 半加算器を使用して、全加算器を設計することを考えたい。次の問いに答えなさい。

なお、解答は、解答欄に書くこと。次のページにも問題があるので注意せよ。 (35点)

(1) 以下に示す半加算器の真理値表を完成させ、 S' 及び C' に関する論理式を導きなさい。

ただし、入力変数は 1bit のデータ A' (被加数)、データ B' (加数)、出力変数は 1bit のデータ S' (和)、データ C' (桁上げ) とする。

(2) 半加算器の回路図を、Ex-OR (排他的論理和) ゲートと AND ゲートを用いて描きなさい。

(3) 全加算器 (入力変数は 1bit のデータ A (被加数)、データ B (加数)、下位の桁からの桁上げ C_0 、出力変数は 1bit のデータ S (和)、データ C (桁上げ) とする) の真理値表を完成させ、 S 及び C に関する論理式を加法標準形で表しなさい。

半加算器の真理値表 (解答欄)

入 力		出 力	
A'	B'	C'	S'
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

(配点 4 点)

全加算器の真理値表 (解答欄)

入 力			出 力	
A	B	C_0	C	S
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0
0	0	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	1	1	0
1	1	1	1	1

(配点 4 点)

(解答欄)

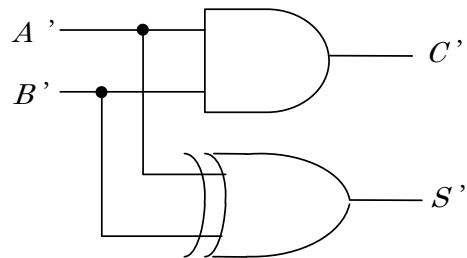
(解答欄)

(1) 半加算器の論理式 (配点 2 点 × 2)

$$S' = \overline{A'} \cdot B' + A' \cdot \overline{B'} = A' \oplus B'$$

$$C' = A' \cdot B'$$

(2) 半加算器の論理回路図 (配点 3 点)



半加算器の回路図

(3) 全加算器の論理式 (加法標準形) (配点 3 点 × 2)

$$S = \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C_0} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C_0} + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C_0 + A \cdot B \cdot C_0$$

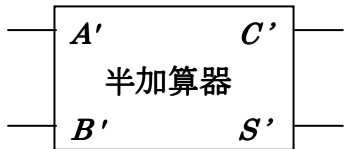
$$C = A \cdot B \cdot \overline{C_0} + \overline{A} \cdot B \cdot C_0 + A \cdot \overline{B} \cdot C_0 + A \cdot B \cdot C_0$$

科目	電子制御工学基礎	6 枚目	受検 番号	(解答例)	総 得 点		小 計	
		9 枚中						

[5] (問題 [5] の続き)

(4)前問(3)で得られた S 及び C に関する論理式を、それぞれの論理式中に EX-OR ゲートを表す論理式表現が入るように変形して表現しなさい。

(5)全加算器の回路図を、半加算器 (例に示すブロック図で描くこと) 2 個と OR ゲート 1 個を用いて描きなさい。なお、回路図中には、入力変数名、出力変数名も入れること。



(注意)
半加算器の入出力端子を
区別するために、A'、B'、
C'、S' と表記すること。

半加算器を表すブロック図

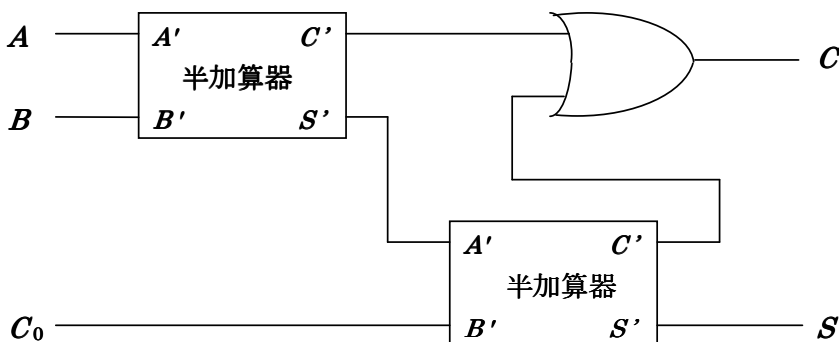
(解答欄)

(4)全加算器の論理式 (配点 4 点×2)

$$\begin{aligned}
 S &= \bar{A} \cdot B \cdot \bar{C}_0 + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}_0 + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C_0 + A \cdot B \cdot C_0 \\
 &= (\bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}) \cdot \bar{C}_0 + (\bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B) \cdot C_0 \\
 &= (\bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}) \cdot \bar{C}_0 + \overline{(\bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B})} \cdot C_0 \\
 &= (A \oplus B) \cdot \bar{C}_0 + \overline{(A \oplus B)} \cdot C_0 \\
 &= (A \oplus B) \oplus C_0 = A \oplus B \oplus C_0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C &= A \cdot B \cdot \bar{C}_0 + \bar{A} \cdot B \cdot C_0 + A \cdot \bar{B} \cdot C_0 + A \cdot B \cdot C_0 & C &= A \cdot (B \oplus C_0) + B \cdot C_0, \\
 &= (\bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}) \cdot C_0 + A \cdot B \cdot (C_0 + \bar{C}_0) & C &= B \cdot (A \oplus C_0) + A \cdot C_0 \\
 &= (A \oplus B) \cdot C_0 + A \cdot B & & \text{も可とする。}
 \end{aligned}$$

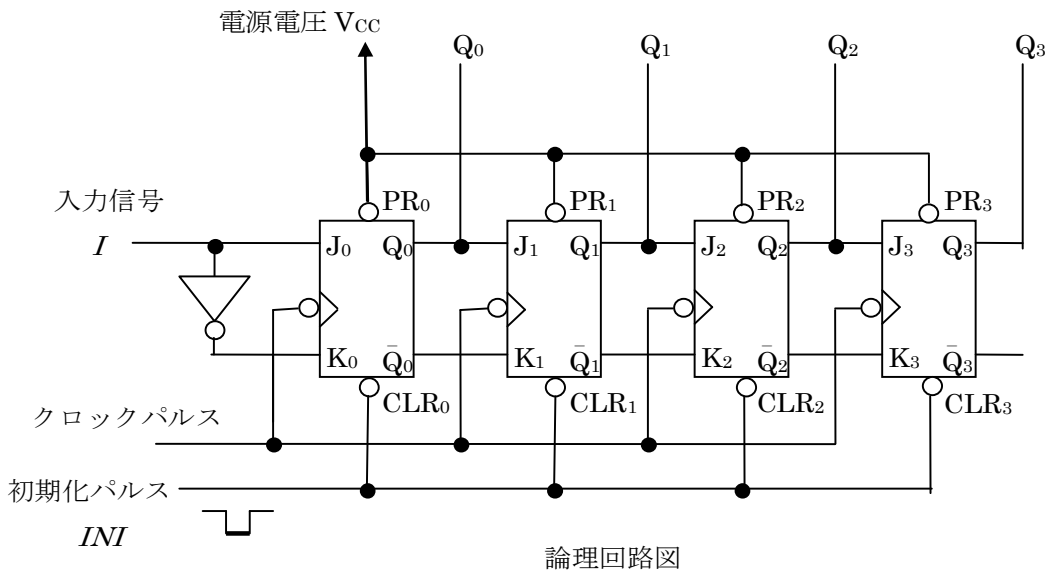
(5)全加算器の回路構成図 (半加算器のブロック図と OR ゲートで表すこと) (配点 6 点)



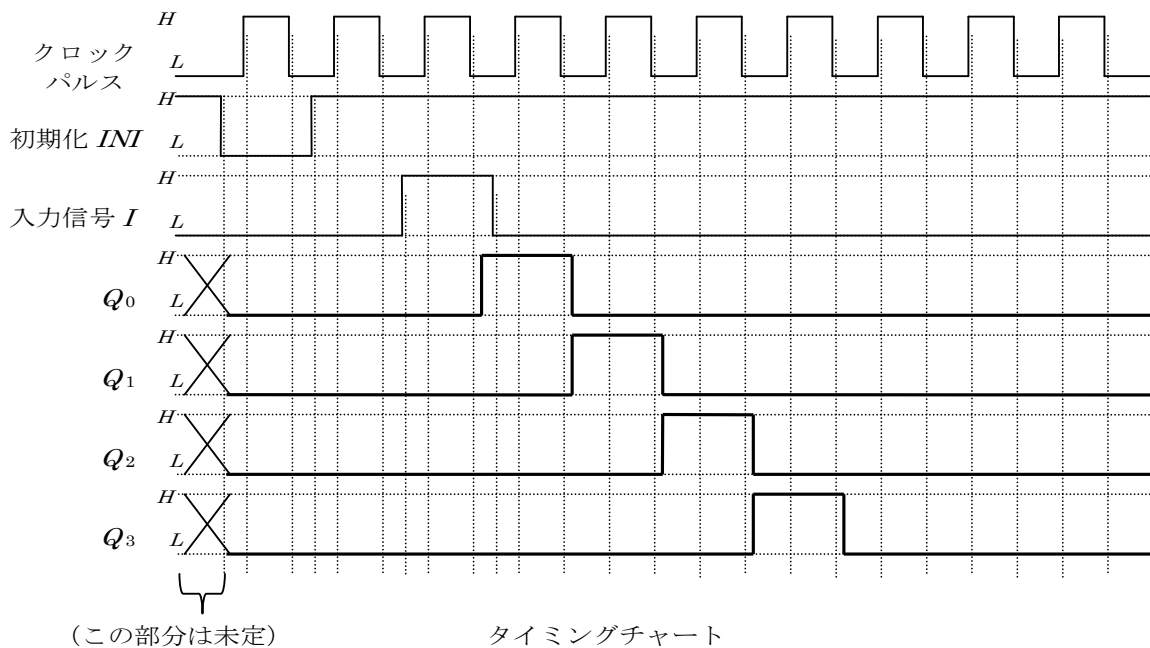
全加算器を表す回路構成図

科目	電子制御工学基礎	7 枚目	受検 番号	(解答例)	総 得 点	小 計
		9 枚中				

[6] JK フリップフロップ (74LS76A 相当 : 非同期入力 PR と CLR を備えた JK-FF) を下図に示すように接続した回路の名称を答えなさい。次に、この回路に図に示すような入力信号 I を加えたときの、各フリップフロップの出力信号 ($Q_0 \sim Q_3$) をタイミングチャートに書き込んで完成しなさい。ただし、タイミングチャートは、伝播遅延時間を考慮して描くこと。また、プリセット端子は電源電圧にプルアップされており、クリア端子には、タイミングチャートに示すように初期化パルスが与えられているものとする。 (20点)



(解答欄)
 回路の名称 : 同期式 4 bit (直列形) シフトレジスタ回路 (配点 4 点)



(配点 4 点 × 4)

科目	電子制御工学基礎	8 枚目	受検 番号	(解答例)	総 得 点		小 計	
		9 枚中						

[7] 次に示す2進数および16進数の計算結果を10進数で答えよ。ただし、2進数は2の補数表現による8桁の数値であるとする。

- (1) $(4C)_{16} + (7B)_{16}$
- (2) $(01001011)_2 + (10010110)_2$
- (3) $(11010101)_2 - (10101111)_2$

(解答欄) (配点 6点×3)

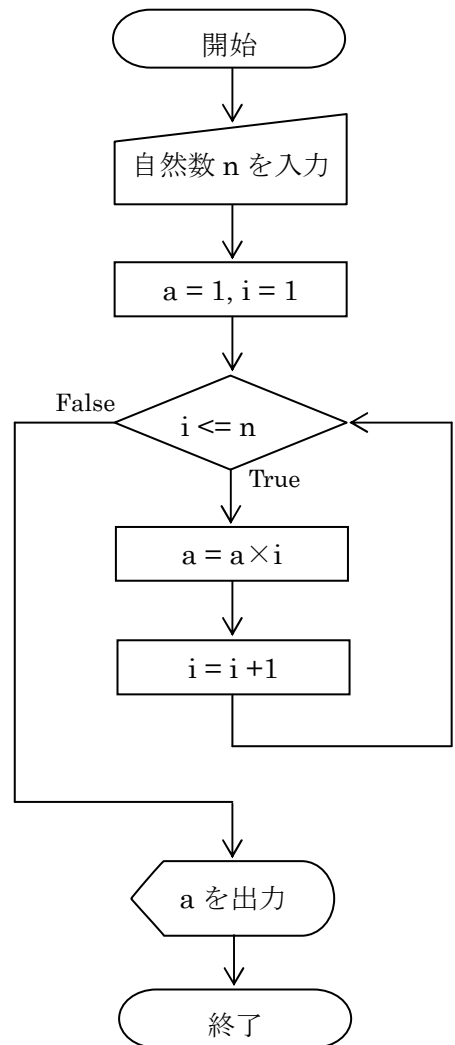
(1) 199	(2) -31	(3) 38
---------	---------	--------

[8] 右の流れ図について以下の問いに答えよ。

- (1) 右の流れ図は入力された自然数 n に対し、 n の何を計算しているか答えなさい。
- (2) 右の流れ図を f という名前を付けてC言語で記述した。関数 f を使って「 x 枚の相異なるカードから y 枚取り出して並べる並べ方の総数」を求めるプログラムを以下のように作成した。11行目の①に入る式を関数 f を使って表しなさい。ただし、流れ図の「自然数 n を入力」は関数 f に n を引数として渡し、「 a を出力」は関数 f の戻り値を a とする。

```

1: #include <stdio.h>
2: int f(int n){
3:     省略
4: }
5: int main(void){
6:     int x,y;
7:     printf("カードの総数を入力してください > ");
8:     scanf("%d", &x);
9:     printf("取り出すカードの枚数を入力してください > ");
10:    scanf("%d",&y);
11:    printf("並べ方の総数は%d通りです¥n", ①);
12:    return 0;
13: }
    
```



(解答欄) (配点 (1) 6点, (2) 7点)

(1) n の階乗	(2) $f(x)/f(x-y)$
-------------	-------------------

科目	電子制御工学基礎	9 枚目	受検 番号	(解答例)	総 得 点		小 計	
		9 枚中						

[9] 右のプログラムは MAX 個の要素を持つ整数型配列 a に値を読み込み、全要素を逆順に並べ替えるプログラムである。これについて以下の問いに答えよ。

- (1) 2 行目は定数 MAX の値を設定している。MAX の値を 10 で宣言する場合の命令①を書きなさい。
- (2) 5 行目は MAX 個の要素を持つ整数型配列 a の宣言である。②に相当する命令を書きなさい。
- (3) 8 行目は配列 a の第 i 要素に、キーボードから整数値を読み込む命令である。③に相当する命令を書きなさい。なお、入力は必ず整数が入力されるものとし、エラー処理等は行わないものとする。
- (4) 10 ~ 13 行目は配列 a の要素を逆順に並べ替えている。④~⑦に相当する命令を書きなさい。

```

1: #include <stdio.h>
2: ① ;
3: int main(void){
4:     int i, tmp;
5:     ② ;
6:     for ( i=0; i < MAX; i++) {
7:         printf("a[%d]: ", i);
8:         ③;
9:     }
10:    for ( i=0; ④; i++){
11:        ⑤;
12:        ⑥;
13:        ⑦;
14:    }
15:    for ( i=0; i<MAX; i++){
16:        printf("a[%d] = %d\n", i, a[i]);
17:    }
18:    return 0;
19: }
```

(解答欄) (配点 7点×7)

(1) #define MAX 10	(2) int a[MAX]
(3) scanf("%d" ,&a[i])	
(4)④ i < MAX/2 または i<=(MAX-1)/2	⑤ tmp = a[i]
⑥ a[i] = a[MAX-1-i]	⑦ a[MAX-1-i] = tmp

⑤~⑦については a[i] と a[MAX-1-i] を tmp を使って交換する命令であればよい