

受験番号	
------	--

令和5年度
専攻科入学者選抜学力検査問題(後期)
機械・電気システム工学専攻
専門(電気電子工学系)

総 得 点	

出題5問中、4問を選択し解答すること。
なお、選択した問題4問の番号を下の□に記入すること。

選択した4問の番号				
得 点 欄	※	※	※	※

※印欄は、記入しないでください。

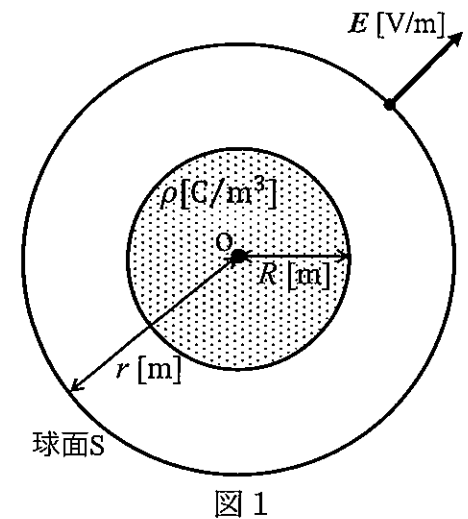
(注 意)

- 1 検査問題用紙は指示のあるまで開かないこと。
- 2 検査問題用紙は 1 ページ から 5 ページまでである。
検査開始の合図のあとで確かめること。
- 3 定規、コンパス、物差し、分度器および計算機は用いないこと。
- 4 受験番号は検査問題表紙及び全ての検査問題用紙に記入すること。

久留米工業高等専門学校

得	点

問題1. 図1のように、真空中に、半径 R [m]の球内に、一様な電荷密度 ρ [C/m³]で電荷が分布している。また、電荷の分布している球と同一な中心をもつ半径 r [m]の球面を S とする。以下の間に答えよ。ただし、真空の誘電率は、 ϵ_0 [F/m]とする。
(25点)



(1) S が球の外側 ($r > R$) にあるとき、 S が内部に持つ電荷量 Q_1 [C] を答えよ。

(2) S が球の外側 ($r > R$) にあるとき、 S を貫いている電気力線の総本数を答えよ。

(3) ガウスの法則より、 S が球の外側 ($r > R$) にあるとき、 S 上の点における電界の強さ $E_1(r)$ [V/m] を答えよ。

(4) S が球の内部に存在する ($r \leq R$) のとき、球面 S が内部に含む電荷量 Q_2 [C] を答えよ。

(5) ガウスの法則より、 S が球の内部に存在する ($r \leq R$) のとき、 S 上の点における電界の強さ $E_2(r)$ [V/m] を答えよ。

(6) 電荷が分布している球内外の、電界の強さ $E(r)$ のグラフ (横軸 r 、縦軸 $E(r)$) の概形を図2に描け。



図2

受験番号	
------	--

機械・電気システム工学専攻 専門(電気電子工学系)

得	点

問題2. 空気中にギャップ長 $d = 1.00$ cm の平行平板電極が置かれている。このギャップに、厚さ $d_G = 0.20$ cm のガラス板を極板に平行に挿入した場合の、直流絶縁破壊電圧について考える。ただし、電極およびガラス板は十分広く、端効果は無視できるものとする。また、比誘電率は空気 $\epsilon_A = 1.0$ 、ガラス $\epsilon_G = 6.0$ とし、絶縁耐力(破壊電界)は空気 $E_{SA} = 30$ kV/cm、ガラス $E_{SG} = 250$ kV/cm とする。以下の問いに答えよ。(25点)

(1) 電極間の印加電圧を V [kV]、電極間の空気部分の電界を E_A [kV/cm]、ガラス板中の電界を E_G [kV/cm]、空気部分の厚さを d_A [cm]、ガラス板の厚さ d_G [cm] とした場合、成立する式を以下の(ア)～(ク)の中から2つ選び、記号を丸で囲め。

- (ア) $E_A d_A + E_G d_G = V$ (イ) $E_A d_G + E_G d_A = V$ (ウ) $\epsilon_A E_G + \epsilon_G E_A = V$ (エ) $\epsilon_A E_A + \epsilon_G E_G = V$
 (オ) $\epsilon_A E_G = \epsilon_G E_A$ (カ) $\epsilon_A E_A = \epsilon_G E_G$ (キ) $E_A d_A = E_G d_G$ (ク) $E_A d_G = E_G d_A$

(2) (1) で選択した2つの式を連立方程式とし、 E_A [kV/cm]、 E_G [kV/cm] について解け。

$E_A =$
$E_G =$

(3) ガラス板を挿入する前の絶縁破壊電圧 V_{B1} [kV] の値を計算せよ。

$V_{B1} =$

(4) ガラス板を挿入後、電極間の空気部分のみが絶縁破壊する最低印加電圧 V_{B2} [kV] の値を計算せよ。

$V_{B2} =$

(5) ガラス板を挿入後、電極間全体の絶縁破壊電圧 V_{B3} [kV] の値を計算せよ。

$V_{B3} =$

受験番号	
------	--

機械・電気システム工学専攻 専門(電気電子工学系)

得	点

問題3. 図1は、抵抗 $R = 5 [\Omega]$ 、誘導性リアクタンス $X_L = 10 [\Omega]$ と複素電圧 $\dot{V} = 80 + j60 [V]$ の交流電源が直列に接続された交流回路である。以下の問いに答えよ。(25点)

- (1) この回路中の交流電源から流れ出す複素電流 i を求めよ。解答は、以下の解答欄の①、②、③に適切な数字(符号を含む)、単位を直接記入せよ。

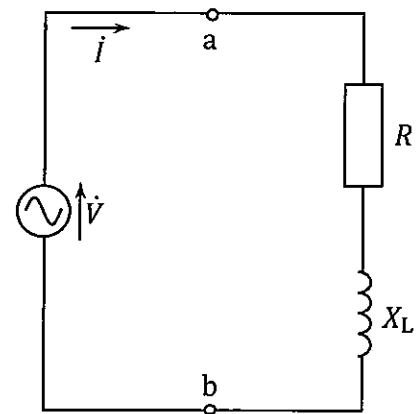


図1

【解答欄】

$$\dot{i} = \begin{array}{c} \text{実部} \\ \text{①} \end{array} + j \begin{array}{c} \text{虚部} \\ \text{②} \end{array} \left[\begin{array}{c} \text{単位} \\ \text{③} \end{array} \right]$$

- (2) この回路の複素電力 \dot{P} 、有効電力 P 、無効電力 P_r 、皮相電力 P_a を求めよ。解答は、以下の解答欄の④～⑫に適切な数字(符号を含む)、単位を直接記入せよ。

【解答欄】

$$\dot{P} = \begin{array}{c} \text{実部} \\ \text{④} \end{array} + j \begin{array}{c} \text{虚部} \\ \text{⑤} \end{array} \left[\begin{array}{c} \text{単位} \\ \text{⑥} \end{array} \right]$$

$$P = \begin{array}{c} \text{値} \\ \text{⑦} \end{array} \left[\begin{array}{c} \text{単位} \\ \text{⑧} \end{array} \right], P_r = \begin{array}{c} \text{値} \\ \text{⑨} \end{array} \left[\begin{array}{c} \text{単位} \\ \text{⑩} \end{array} \right]$$

$$P_a = \begin{array}{c} \text{値} \\ \text{⑪} \end{array} \left[\begin{array}{c} \text{単位} \\ \text{⑫} \end{array} \right]$$

- (3) 図1の回路中の抵抗 R と誘導性リアクタンス X_L の直列接続に対し並列接続となるように、 $a-b$ 端子間に容量性リアクタンス X_C を接続して力率を1としたい。このときの容量性リアクタンス X_C の値を求めよ。解答は、以下の解答欄の⑬、⑭に適切な数字(符号を含む)、単位を直接記入せよ。

【解答欄】

$$X_C = \begin{array}{c} \text{値} \\ \text{⑬} \end{array} \left[\begin{array}{c} \text{単位} \\ \text{⑭} \end{array} \right]$$

受験番号	
------	--

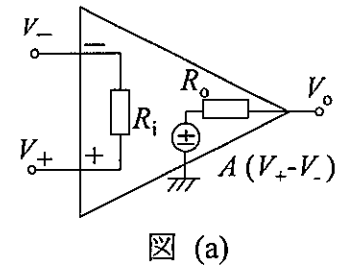
機械・電気システム工学専攻 専門(電気電子工学系)

得	点

問題4. 以下の問いに答えよ。(25点)

- (1) 図 (a) は演算増幅器の内部等価回路である。演算増幅器の理想特性を三つ答えよ。ただし、 R_i は入力インピーダンス、 R_o は出力インピーダンス、 A は電圧利得とする。

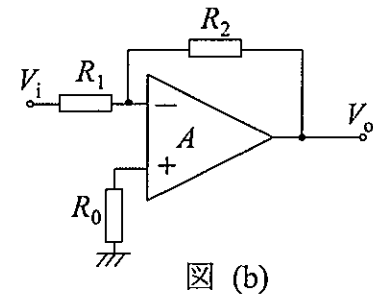
解答



- (2) 図 (b) に示す増幅回路の電圧増幅率を求めよ。ただし、 $R_1 = 3 \text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 12 \text{ k}\Omega$ 、 $R_0 = 3 \text{ k}\Omega$ である。演算増幅器は理想的なものとする。

解答

--

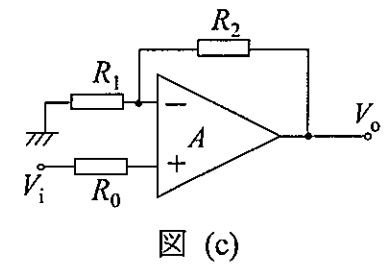


- (3) 図 (c) の増幅回路の電圧増幅率を 5 にしたい。下記の抵抗値で正しいセットはどれか選べ。

- (あ) $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 25 \text{ k}\Omega$ (い) $R_1 = 5 \text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$
 (う) $R_1 = 25 \text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ (え) $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$

解答

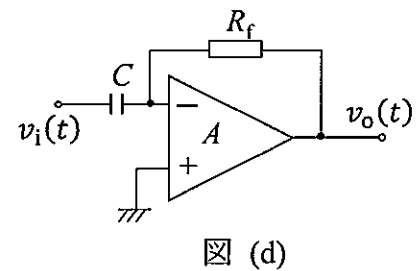
--



- (4) 図 (d) の微分回路において、入力電圧と出力電圧の瞬時値の関係を求めよ。

解答

--



- (5) 問 (4) の回路において、 $C = 0.5 \mu\text{F}$ 、 $R_f = 400 \text{ k}\Omega$ とする。 $v_i(t) = 2 \sin(50t) \text{ [V]}$ の正弦波を入力すると、出力 $v_o(t) \text{ [V]}$ はどうなるか式を書け。

解答

--

受験番号	
------	--

機械・電気システム工学専攻 専門(電気電子工学系)

得	点

問題5. 情報処理に関する次の問いについて、答えを解答群の記号(ア)～(オ)から選び、記号を○で囲め。ただし、論理式の・は論理積(AND)、+は論理和(OR)、上線 $\bar{}$ は否定(NOT)である。(25点)

(1) 次の2進数を8進数に変換したものはどれか。

10101.0101

【解答群】

(ア) 35.42 (イ) 35.44 (ウ) 25.24 (エ) 35.28 (オ) 25.05

(2) 次の論理式を簡単化したものはどれか。

$$Z = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot B \cdot C + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$$

【解答群】

(ア) $A + C$ (イ) $A \cdot C + B \cdot \bar{C}$ (ウ) $\bar{A} \cdot C + \bar{B} \cdot \bar{C}$ (エ) $\bar{A} \cdot \bar{C} + A \cdot B$
 (オ) $\bar{A} \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B}$

(3) 次の図1のデジタル回路の名称として適切なものはどれか。

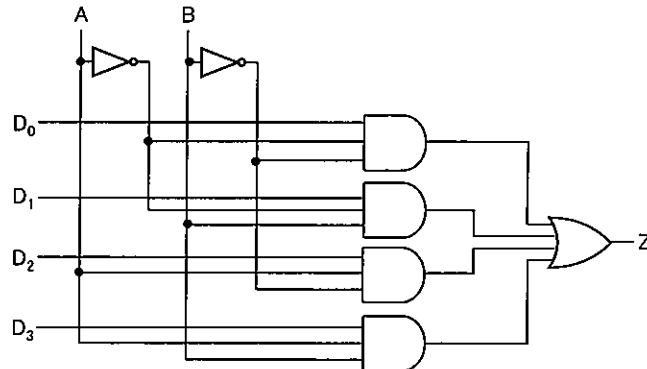


図1

【解答群】

(ア) マルチプレクサ
 (イ) デマルチプレクサ
 (ウ) オーバーフロー検出器
 (エ) 半加算器
 (オ) 全加算器

(4) 次のARMのアセンブラを実行したときR0レジスタに入る値はどれか。ここで、プログラムの左端の数字は行番号である。なお、MOV: Move, ADD: Add, LSR: Logical Shift Right である。

```

1     .global _start
2     _start:
3     MOV R0, #3
4     MOV R1, #5
5     ADD R0, R0, R1
6     LSR R0, R0, #2
7     _exit:
8     MOV R7, #1
9     SWI 0
    
```

【解答群】

(ア) 2
 (イ) 4
 (ウ) 8
 (エ) 12
 (オ) 16